Holzstiche
aus dem xylographischen Atelier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

Papier
aus der Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

DAS

MIKROSKOP.

THEORIE, GEBRAUCH, GESCHICHTE

UND

GEGENWÄRTIGER ZUSTAND DESSELBEN

VON

P. HARTING,

Professor in Utrecht.

DEUTSCHE ORIGINALAUSGABE,

VOM VERFASSER

REVIDIRT UND VERVOLLSTÄNDIGT.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. FR. WILH. THEILE,

Grossherzoglich Sächsischem Medicinalrathe.

IN DREI BÄNDEN.

DRITTER BAND.

Geschichte und gegenwärtiger Zustand des Mikroskopes.

Zweite wesentlich verbesserte und vermehrte Auflage.

MIT 466 IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN HOLZSTICHEN

UND EINER TAFEL IN FARBENDRUCK.

BRAUNSCHWEIG,

DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.

1866.

GESCHICHTE

UND

GEGENWÄRTIGER ZUSTAND

DES

MIKROSKOPES

SOWIE DER

HÜLFSAPPARATE

BEI

MIKROSKOPISCHEN UNTERSUCHUNGEN.

VON

P. HARTING,
Professor in Utrecht.

DEUTSCHE ORIGINALAUSGABE,
VOM VERFASSER
REVIDIRT UND VERVOLLSTÄNDIGT.

HERAUSGEGEBEN
VON

DR. FR. WILH. THEILE,
Grossherzoglich Sächsischem Medicinalrathe.

Zweite wesentlich verbesserte und vermehrte Auflage.

MIT 231 IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN HOLZSTICHEN.

BRAUNSCHWEIG,
DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.
1866.

Die Herausgabe einer Uebersetzung in französischer und englischer Sprache, sowie in anderen modernen Sprachen wird vorbehalten.

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

Inhaltsverzeichniss des dritten Bandes.

Seite

Einleitung . 1

Erster Abschnitt.

Die im Alterthume benutzten Vergrösserungsmittel 4

Glasschleifen und Linsenschleifen 4
Brenngläser und Vergrösserungsgläser 8
Spuren optischer Werkzeuge 10
Hohlspiegel . 11

Zweiter Abschnitt.

Spätere Geschichte der Linsen und Erfindung der Brillen 12

Alhazen Ben Alhazen, Vitello 12
Roger Baco . 13
Alexander de Spina . 16
Armati der erste Brillenverfertiger 17
Verbreitung der Brillen 18

Dritter Abschnitt.

Erfindung des zusammengesetzten Mikroskopes und erste Benutzung der einfachen Linse zu wissenschaftlichen Untersuchungen 19

Fontana . 20
Galilei, Drebbel . 21
Hans und Zacharias Janssen die wahren Erfinder 22
Galilei's Ansprüche . 23
Drebbel's Ansprüche . 26
Zeit der Erfindung . 28

Seite
Veranlassung zur Erfindung 31
Erste Benutzung des Mikroskopes 32

Vierter Abschnitt.

Das einfache dioptrische Mikroskop 34

Microscopia pulicaria . 34
Microscopium parastaticum von Kircher 36
Mikroskopbüchschen . 36
Leeuwenhoek . 37
Vossius, S. Musschenbroek, Cuno 40
Hartzoeker, J. Musschenbroek 41
Cirkelmikroskop . 43
Glaskügelchen statt Linsen benutzt 44
Anfertigung von Glaskügelchen 46
Wilson . 49
L. Joblot . 51
Lieberkühn . 53
Lyonet, Cuff, Mazzola 55
Verbesserungen der Linsen 57
Doublets . 61
Triplets . 66
Fischleim, Wassertropfen und andere Flüssigkeiten als Linsen . . . 68
Fischaugenlinsen . 69
Edelsteinlinsen . 70
Einrichtung der Lupen 74
Lupenträger . 78
Einfache Mikroskope der neueren Mikroskopverfertiger 81
Rückblick auf das einfache Mikroskop 94

Fünfter Abschnitt.

Das zusammengesetzte dioptrische Mikroskop 97

Hans und Zacharias Janssen 97
Fontana . 98
Galilei, Rob. Hooke 99
Eustachio Divini, Campani, Salvetti 100
Binoculäre Mikroskope 101
Linsensysteme bei Sturm, Grindl 103
Parabolische und hyperbolische Linsenflächen 104
Sphärische Aberration nach Gregory und Huygens 105
Tortona . 107
Philippus Bonannus 108
Joblot . 109
Marshall . 111
Hertel . 112
Culpeper und Scarlet 113
Cuff . 114
Benj. Martin . 116
Jones . 120
Brander, Duc de Chaulnes 121
Theoretische Verbesserungen von Euler 122
Dellebarre . 123
Hoffmann, Tiedemann, Wagener, Elkner, Junker, Weickert 126
Herman und Jan van Deyl, Hendrik Hen 127
Canzius in Delft . 128

Seite

Achromatismus der Objective 130
van Deyl 133
Fraunhofer 136
Selligue und Chevalier 139
Amici 140
Firma Chevalier in Paris 141
Oberhäuser (und E. Hartnack) in Paris 148
Nachet in Paris 160
Lerebours 165
Brunner 166
G. B. Amici in Florenz 167
Pacini 175
Merz in München 177
Simon Plössl in Wien 182
Schiek in Berlin 185
Pistor und Martins in Berlin 186
Nobert in Barth 187
Carl Kellner in Wetzlar 189
Belthle in Wetzlar 191
Bénèche und Wasserlein in Berlin 191
Franz Schmidt und Haensch in Berlin 193
C. Zeiss in Jena 194
Krüss, Hugo Schröder 195
Engell 196
Zaalberg 197
Andrew Pritchard in London 198
Andrew Ross in London 202
Hugh Powell and Lealand in London 208
Smith and Beck in London 212
J. B. Dancer in Manchester 219
Samuel Varley 219
Field in Birmingham 221
Verschiebbare Linsen 222
Drehbare Objective 223
Wenham's Schraubenbewegung 224
Spencer in Nordamerika 225
Tolles, Wales, Riddell 226
Bildumkehrung 227
Umgekehrtes Mikroskop (Microscopium inversum) 234
Multoculäre Mikroskope 239
Rückblick auf das zusammengesetzte Mikroskop 248
Verbesserung der Objective 253
Verbreitung der aplanatischen Mikroskope 261

Sechster Abschnitt.

Das einfache katoptrische Mikroskop 263

Siebenter Abschnitt.

Das katadioptrische Mikroskop 265

Newton, Barker 266
Smith in Cambridge 267
S. J. Rienks in Friesland, Amici 268
Pritchard und Cuthbert 271
Pott 272

Seite

Tulley 273
Brewster 274
Cavalleri, Barnabita 275
Doppler's katadioptrisches Haus 276

Achter Abschnitt.

Das Bildmikroskop 279

Erfindung der Laterna magica 279
Fahrenheit, Erfinder des Sonnenmikroskopes 281
Die jetzigen Sonnenmikroskope 286
Sonnenmikroskope zum Zeichnen 288
Mikroskopische Photographie 293
Hydrooxygenmikroskop 297
Photoelektrisches Mikroskop 300

Neunter Abschnitt.

Apparate und Hülfsmittel zur mikroskopischen Untersuchung 303

1. Kap. Beleuchtungsapparate 304
Beleuchtungsspiegel 305
Excentrische Beleuchtung 308
Monochromatische Beleuchtung 313
Diaphragmen 316
Beleuchtung mit auffallendem Lichte 322
Das Objectiv als Lichtcondensator 326
Beleuchtung mit polarisirtem Lichte 329
Gaslampe 334

2. Kap. Apparate und Hülfsmittel zum Tragen und Festhalten der Objecte 336
Thierbüchsen 337
Federnde Zangen 339
Objecthalter 340
Kleine Tröge oder Zellen 341
Apparate zum Beobachten der Circulation 344
Apparate für Wasserpflanzen 346
Compressorien 347
Mikroskopischer Roller 352
Klemmapparate 353
Magnetischer Objecttisch 355

3. Kap. Einrichtung zur mechanischen Bewegung der Objecte im Gesichtsfelde 358
Bewegliche Objecttische 359
Drehbare Objecttische 361

4. Kap. Apparate zum Messen und Zeichnen der Objecte 363
Mikrometer 365
Nobert's Probetäfelchen 369
Schraubenmikrometer 378
Mikrometerfäden 382
Welcker's Mikrometer 386
Doppelbildmikrometer (Eirometer) 388
Dickenmesser 390
Camera lucida 393
Focimeter 396
Goniometer 397

5. Kap. Apparate und Hülfsmittel zum Schutze der Linsen bei mikrochemischen Untersuchungen 401

		Seite
	Goring's und Raspail's Protectoren	402
	Plössl's Elektricitätsentlader	404
6. Kap.	Werkzeuge zur Anfertigung mikroskopischer Präparate	404
	Pincetten	405
	Mikrotome	407
7. Kap.	Methoden zur Aufbewahrung mikroskopischer Präparate	415
	Leeuwenhoek's Sammlung	416
	Flüssigkeiten zum Aufbewahren der Objecte	418
	Indicatoren	422

Alphabetisches Namen- und Sachregister 426

Bayerische
Staatsbibliothek
MÜNCHEN

Zur gründlichen Erforschung eines Dinges bieten sich meistens zwei 1
Wege dar: einmal die genaue und allseitige Feststellung des Zustandes, worin dasselbe im Augenblicke der Untersuchung sich gerade befindet, und zweitens die Nachforschung, wie der gegenwärtige Zustand des Dinges aus dem früheren sich allmälig entwickelt hat.

Namentlich gilt dies von den für naturwissenschaftliche Zwecke verwendeten Instrumenten. Alle solche Instrumente haben ihre eigene Geschichte, die eine wahre Entwickelungsgeschichte heissen kann, und man darf wohl behaupten, dass nichts besser dazu geeignet ist, über die Bedeutung und die Bestimmung der einzelnen Theile eines solchen Instrumentes klare Einsicht zu verschaffen, als wenn man untersucht, wie dieselben im Verlaufe der Zeit durch stufenweise Verbesserungen ihre Vervollkommnung erlangten.

Es würde nicht schwer fallen, an verschiedenen Instrumenten die Wahrheit dieses Satzes nachzuweisen; doch dürfte vielleicht kein anderes so deutliche Beweise für dessen Richtigkeit bieten, als das Mikroskop.

Wenn im ersten Bande die verschiedenen Arten von Mikroskopen nur im Allgemeinen betrachtet und beschrieben worden sind und dabei absichtlich der von dem einen oder dem andern Optikus gefertigten Instrumente nur in so weit gedacht wurde, als dies zum gehörigen Verständniss der Sachen gerade erforderlich war, so ist dieser dritte Band der besondern Beschreibung der Mikroskope und der bei mikroskopischen Untersuchungen benutzten Instrumente gewidmet, vom ersten Zeitpunkte ihrer Verfertigung an bis auf den heutigen Tag. Das Instrument, welches in den Händen der heutigen Naturforscher ein so mächtiges Hülfsmittel geworden ist, um damit in die geheimsten Schlupfwinkel der Schöpfung einzudringen, soll von seinem ersten Auftreten an durch die verschiedenen Entwickelungsstadien, die es nacheinander durchlaufen hat, verfolgt werden bis zu jener hohen Stufe der Vollkommenheit, auf der wir es jetzt angelangt sehen.

Eine solche Geschichte ist nicht bloss insofern lehrreich, als sie zu einer genauen Kenntniss des Instrumentes selbst und seiner einzelnen Theile verhilft, sondern auch schon als Abschnitt der allgemeinen Kulturgeschichte der Menschheit. Die successiven Verbesserungen am Mikroskope sind meistens nur getreue Spiegel der jeweiligen praktischen Mechanik und der Fortschritte in der Optik.

Ein Paar Male werde ich im Verlaufe dieser historischen Darstellung auf vergebliche Bestrebungen, auf fruchtlose Versuche zu reden kommen. Mit Stillschweigen durfte ich dieselben nicht übergehen, denn alle diese Versuche haben doch einen gewissen Grund, und es ist ganz gut, wenn man nachträglich den Ursachen nachgeht, auf welche das Missglücken dieses oder jenes Versuchs zurückzuführen ist. Ueberdies findet gerade hier das von einem grossen Dichter ausgesprochene Wort seine volle Anwendung: Alles menschliche Wissen geht nicht in gerader Linie vorwärts, sondern stets in einer Spirale.

Eine solche historische Durchmusterung hat noch eine andere anziehende Seite. Sie giebt uns Gelegenheit, den Zoll der Dankbarkeit an jene abzutragen, durch deren Verstand und Thätigkeit wir mit den Mitteln ausgerüstet worden sind, unsere Kenntnisse zu bereichern und mitzuwirken zur Ausbreitung des Wissens über die Natur und deren Erscheinungen. Wir stehen auf jener Schultern und sollen dies nie vergessen.

2 In der Geschichte des Mikroskopes lassen sich vier Perioden unterscheiden.

Zur ersten Periode zählt, was von den frühesten Zeiten her über die Mittel zur Vergrösserung der Objecte bekannt gewesen ist. Sie reicht ungefähr bis zum Jahre 1300 unserer Zeitrechnung, da um diese Zeit etwa die Eigenschaften der convexen und concaven Linsen und die Mittel zu ihrer Darstellung allgemeiner bekannt wurden.

Die zweite Periode reicht etwa bis zum Jahre 1600, wo das zusammengesetzte Mikroskop erfunden wurde und man auch anfing, die Lupe oder das einfache Mikroskop zu Untersuchungen zu benutzen.

Die dritte Periode endigt mit dem Jahre 1824, wo man zuerst die richtigen Mittel in Anwendung brachte, das Mikroskop von der sphärischen und chromatischen Aberration zu befreien, wenngleich schon früher zum Theil recht gut berechnete Versuche vorausgegangen waren.

Die vierte Periode reicht bis auf die gegenwärtige Zeit.

3 Man darf aber nicht vergessen, dass das Wort Mikroskop eigentlich eine Collectivbezeichnung ist. Man begreift darunter verschiedene Instrumente, die alle darin übereinstimmen, dass sie ein vergrössertes Bild kleiner Gegenstände hervorbringen können, sonst aber mancherlei Verschiedenheiten zeigen, namentlich was ihre Zusammensetzung betrifft, so wie

die Zwecke, die damit erreicht werden sollen. Jedes dieser Instrumente hat daher bis zu einem gewissen Punkte hin seine eigene Geschichte.

Um die historische Uebersicht zu erleichtern, werde ich mich deshalb im Folgenden nicht streng an die Eintheilung in vier Perioden halten. Es scheint mir passender, wenn ich zuerst mittheile, welche Mittel im Alterthume bekannt waren, um Gegenstände vergrössert zu sehen; hierauf werde ich über die Entdeckung der convexen und concaven Linsen und deren Vereinigung zum zusammengesetzten Mikroskope handeln; weiterhin werde ich die als Mikroskop benannten Instrumente einzeln durchgehen; zum Schlusse aber sollen die verschiedenen zur mikroskopischen Untersuchung benutzten Apparate betrachtet werden, sowie die Methoden der Zubereitung und der Aufbewahrung mikroskopischer Objecte.

Erster Abschnitt.

Die im Alterthume benutzten Vergrösserungsmittel.

4 Im ersten Bande (§. 16 und 42) ist dargethan worden, dass auf zwiefache Art ein vergrössertes Bild eines Gegenstandes erlangt werden kann: mittelst durchsichtiger Körper mit gewölbter Oberfläche und mittelst concaver Spiegel. Die dioptrische Methode sowohl als die katoptrische hat man beim Mikroskope in Anwendung gezogen, und wir haben nun nachzusehen, was die Alten davon gewusst haben.

5 Die Kunst, aus Glas und anderen durchsichtigen Körpern convexe und concave Linsen zu schleifen, führt auf eine weit ältere Kunst zurück, auf das Steinschleifen im Allgemeinen. Dieses war schon im hohen Alterthume den Völkern im Oriente sowie den Aegyptern bekannt, und von diesen gelangte es nach Griechenland und nach Italien, worüber die besonderen Schriften über das Schleifen und Steingraviren bei den Alten von Vettori, Natter, Lippert, Klotz, sowie Lessing's antiquarische Briefe nachzusehen sind. Es ist hinlänglich bekannt, bis zu welcher bewundernswürdigen Höhe die Alten in der Anfertigung von Intagli und Cameen, die noch jetzt die Zierden von Antiquitätensammlungen sind, sich erhoben haben; dem Graviren der dazu benutzten Steine musste aber immer ein Schleifen und Poliren der Oberfläche vorausgehen. Sie verstanden aber auch eben so gut, edeln Steinen, die nicht zum Graviren verwandt wurden, durchs Schleifen verschiedene Formen zu geben. Plinius (*Hist. nat.* Lib. 37, Cap. 12) drückt sich über die verschiedenen

Formen, welche man den Edelsteinen gab, folgendermaassen aus: *Cavae aut extuberantes viliores videntur aequalibus; figura oblonga maxime probatur, deinde quae vocatur lenticula, postea epipedos et rotunda, angulosis autem minima gratia.*

Dass die alten Künstler nicht bloss gerade Flächen schliffen, sondern den Steinen auch die Form convexer und concaver Linsen gaben, kann man in den Sammlungen sehen. Es kommen hier Steine mit beiderlei Formen vor, deren Alter nach Lippert auf mehr denn 3000 Jahre zu schätzen ist.

Manche von diesen linsenförmigen Steinen bestehen aus Bergkrystall, andere aus Beryll; sie sind daher durchscheinend. Das hohe Alterthum linsenförmig geschliffener Stücke Bergkrystall wird auch ganz sicher dadurch dargethan, dass Layard eine derartige planconvexe Linse in den Ruinen von Niniveh gefunden hat, mitten unter bronzenen und sonstigen kostbaren Gegenständen. Brewster zeigte diese Linse im Jahre 1852 in der Versammlung der *British Association* vor. Sie ist nicht ganz rund, sondern hat 1,6 engl. Zoll in dem einen Durchmesser, 1,4 engl. Zoll in dem andern. Die gerade Fläche entspricht einer der ursprünglichen Krystallflächen, wie man aus der Einwirkung auf das polarisirte Licht entnehmen kann. Die Form der convexen Oberfläche berechtigte Brewster zu dem Schlusse, dass der Schliff nicht in einer näpfchenförmigen Aushöhlung, sondern auf einem Steinschleiferrade oder einem ähnlichen Apparate ausgeführt worden ist. Die Linse ist 0,2 Zoll dick, und ihre Brennweite beträgt 4,2 Zoll.

Dass man zu Anfang unserer Zeitrechnung convexe Gläser geschliffen hat, scheint aus einer Mittheilung des Dr. van Vollenhoven zu erhellen, der unterm 21. April 1859 auf einer italienischen Reise an meinen verstorbenen Freund und Collegen Schroeder van der Kolk Folgendes schrieb: „Im Museum von Neapel, das Sie meiner besonderen Beachtung „empfahlen, habe ich ein convexes Glas gesehen, das im vorigen Jahre in „Pompeji ausgegraben worden ist. Es ist das einzige bisher gefundene, „und so verwittert und gebrochen, dass sich seine Stärke nicht genau an-„geben lässt; es dient aber doch zum Beweise, dass Vergrösserungsgläser „benutzt worden sind. Es ist etwas grösser als ein Reichsthaler. Erst „auf besondere Nachfrage wurde es mir vom Custos gezeigt; ich bekam „es aber nicht in die Hand, sondern es blieb hinter Verschluss, gleich den „meisten dortigen Werthgegenständen.“ Ist auch aus diesem Berichte noch nicht mit Sicherheit zu entnehmen, dass der fragliche Körper aus Glas und nicht aus einer anderen durchscheinenden Masse besteht, so wird dies doch wenigstens durch den Umstand sehr wahrscheinlich gemacht, dass die Oberfläche sehr verwittert war, was Dr. van Vollenhoven mir späterhin auch noch mündlich bestätigt hat. Eine nähere Untersuchung und Beschreibung dieses alten Kunstproductes wäre zu wünschen.

Es ist wohl kaum einem Zweifel unterworfen, dass jene, die solche linsenförmige durchsichtige Steine oder Gläser anfertigten, auch deren vergrössernde Kraft wahrgenommen haben müssen. Gleichwohl findet sich in den Schriften der Alten nirgends ein Beweis dafür. Priestley (*The history and present state of Discoveries relating to vision, light and colours.* London 1772, p. 8) bemerkt über diese geschliffenen linsen- und kugelförmigen Steine, die er aus nicht näher entwickelten Gründen als den Druiden zugehörig ansieht, Folgendes: „Sie sind aus Bergkrystall in verschiedenen Formen gemacht; es kommen sphärische darunter vor und auch linsenförmige. Sie sind zwar nicht ganz vollkommen ausgeführt, dass sie alles leisten könnten, was bei einer genaueren Arbeit von ihnen zu erwarten wäre; aber die Arbeit ist doch so weit gelungen, dass man unmöglich annehmen kann, ihre Wirkung, wenigstens ihre Vergrösserung, hätte denen unbekannt bleiben können, die öfters damit verkehrten, wenn nicht vielleicht gar die sphärischen oder linsenförmigen ausdrücklich dazu bestimmt waren, als Vergrösserungs- oder Brenngläser benutzt zu werden.“

Nur eine Stelle kommt bei den Alten vor, die darauf hindeutet, dass eine Linse als dioptrisches Hülfsmittel benutzt wurde. In Vettori's *Diss. glyptographica.* Rom. 1739, ist zuerst auf folgende Stelle bei Plinius (Lib. 37, Cap. 5) hingewiesen, wo vom Smaragde die Rede ist: *Praeterea longinquo amplificantur visu inficientes circa se repercussum aëra, non sole mutati, non umbra, non lucernis, semperque sensim radiantes et visum admittentes, ad crassitudinem sui facilitate translucida, quod etiam in aquis nos juvat. Iidem plerumque concavi, ut visum colligant; quamobrem decreto hominum iis parcitur scalpi vetitis, quamquam Scythicorum Aegyptiorumque duritia tanta est, ut non queant vulnerari. Quorum vero corpus extensum est, eadem qua specula ratione supinis rebus imaginem reddunt. Nero princeps gladiatorum pugnas spectabat in smaragdo.* Es ist diese Stelle insofern etwas dunkel, als nicht mit Bestimmtheit daraus entnommen werden kann, ob Nero's Smaragd hohl geschliffen war, oder ob er zu denen gehörte, „*quorum corpus extensum est*“, die also nicht hohl, sondern geradflächig waren. Da nun aber angegeben wird, dass die letzteren als Spiegel gebraucht werden konnten, und es von Nero heisst, er habe hindurchgesehen, so ist es wahrscheinlicher, dass Nero einen hohlgeschliffenen Smaragd besass, der in der Mitte dünn genug war, dass man hindurchsehen konnte. Berücksichtigt man ferner, dass Suetonius (Nero, Cap. 51) dem Nero ein schwaches und stumpfes Gesicht (*oculis caesiis et hebetioribus*) zuschreibt, Plinius (Lib. 11, Cap. 37, Sect. 54) aber von dem Myopen Nero spricht (*Neroni nisi quum conniveret ad prope admota* [*oculi*] *hebetes*), so wird man es in der That sehr wahrscheinlich finden, dass hier das erste Beispiel vorliegt, wo eine Hohllinse zu dem Zwecke benutzt wurde, wofür man auch jetzt noch eine Brille mit Hohlgläsern oder eine Lorgnette zu gebrauchen pflegt.

Geschieht nun auch der Vergrösserung durch Linsen in den Schriften der Alten sonst nirgends Erwähnung, so hatte man diese Erscheinung doch an hohlen, mit Wasser gefüllten Kugeln wahrgenommen. Der im ersten Jahrhunderte unserer Zeitrechnung lebende Seneca (*Nat. Quaest.* Lib. I, Cap. 3) sagt: *Poma per vitrum adspicientibus multo majora sunt*, und daran reiht sich in gewisser Beziehung eine weiterhin (Cap. 6) vorkommende Stelle: *Poma formosiora quam sunt videntur, si innatant vitro.* Ferner sagt er auch in demselben sechsten Kapitel: *Literae quamvis minutae et obscurae per vitream pilam aqua plenam majores clarioresque cernuntur.* Man würde aber sehr irren, wenn man daraus schliessen wollte, Seneca bringe die Erscheinung auf Rechnung der kugeligen Gestalt des Gefässes. Denn unmittelbar vorher heisst es: *Illud adjiciam, omnia per aquam videntibus longe esse majora.* Die eigentliche Ursache der Vergrösserung findet er also im Wasser.

Ueber das Vorkommen geschliffener Gläser bei den Alten fehlt es nicht an beweisenden Stellen. So bemerkt Plinius (Lib. 37, Cap. 7 u. 8) wiederholt, es würden falsche Diamanten aus Glas gemacht. Bei Seneca (l. c. Cap. 7) liest man aber: *Virgula solet fieri vitrea; haec si ex transverso solem accipit, colorem talem qualis in arcu videri solet reddit*, und weiterhin: *si apta fabricata foret, totidem redderet soles, quot habuisset inspectiones* (*insecturas?*) Hier ist offenbar von einem mit Kanten versehenen Stabe die Rede, der nicht durch Blasen diese Form angenommen haben konnte, sondern entweder durch Schleifen oder durch Giessen. Noch deutlicher übrigens spricht sich Plinius (Lib. 36, Cap. 26) aus, wo er vom Glase handelt: *Aliud flatu figuratur, aliud torno teritur, aliud argenti modo coelatur, Sidone quondam his officinis nobili, si quidem etiam specula excogitaverat. Haec fuit antiqua ratio vitri.*

Aus anderen Stellen ersieht man, dass die Alten noch früher im Besitze von Brenngläsern gewesen sind. So hat Delahire (*Hist. de l'Acad. royale*, 1708) nach Smith (*Opticks* II, p. 15) zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass bei Aristophanes, der im fünften Jahrhundert vor Christus lebte, und zwar in dessen Wolken (Act. 2, Sc. 1), eines damals gut bekannten Glases Erwähnung geschieht, um mit Hülfe der Sonnenstrahlen Papier in einiger Entfernung in Brand zu stecken. Andere Stellen, welche für das Vorkommen von Brenngläsern bei den Alten sprechen, findet man bei Waller (*Philos. Exper. and Observ. by Hooker* etc. p. 348) gesammelt, der daraus den Schluss zieht, die erwähnten Brenngläser seien keine convexen Linsen, sondern vollkommene Kugeln gewesen, und einerseits hätten sie die Chirurgen als Cauterisationsmittel benutzt, andererseits die Vestalinnen, um ihr Feuer anzuzünden. Aus der Stelle bei Aristophanes folgert aber Delahire mit Recht, das Glas, wovon dort die Rede ist, könne keine Kugel gewesen sein, sondern eine Linse, weil das Papier in einiger Entfernung in Brand gesteckt werden soll, was ja

kaum auf eine Kugel bezogen werden kann, die immer nur eine sehr kleine Brennweite hat.

Bei Plinius (Lib. 37, Cap. 2) liest man: *Invenio apud medicos, quae sint urenda corporum, non aliter utilius uri putari, quam crystallina pila adversis opposita solis radiis*, und das scheint wirklich auf eine krystallene, das heisst gläserne Kugel oder Linse hinzudeuten. Doch an einer andern Stelle (Lib. 36, Cap. 26) schreibt er dieses zündende Vermögen einer mit Wasser gefüllten gläsernen Kugel zu: *Est autem caloris impatiens (vitrum), nisi praecedat frigidus liquor, quum addita aqua vitreae pilae sole adverso in tantum candescant, ut vestes exurant.*

Ein schwacher Beweis dafür, dass die Alten wirklich Vergrösserungsgläser besessen haben müssen, wird auch darin gefunden, dass unter den auf uns gekommenen Kunstproducten der Alten manche einer ganz ungemein feinen Ausführung sich erfreuen, die ohne Benutzung eines Vergrösserungsmittels kaum erreichbar gewesen zu sein scheint. So sagt Vettori (l. c. p. 107): *Exstant in Museo Victorio gemmae aliquae ita parvulae, ut lenticulae granum illis duplo major sit; et tamen in iis vel semiexstantes figurae, vel incisae pariter spectantur, opera in area tam parvula sane admirando, quas oculo nudo vix incisas esse judicaveris.* In der *Histoire de l'Academie des Inscriptions* (T. I, p. 270) findet sich die Beschreibung eines Siegels, welches dem blossen Auge ein ganz verwirrtes und unkenntliches Bild giebt, dass sich aber unterm Mikroskope als eine bewundernswürdige Arbeit darstellt. Es ist dies das sogenannte Siegel des Michel Angelo auf Carneol. Nach der Abbildung hat es 15 Millimeter Länge auf 12 Millimeter Breite, und ausser mancherlei Nebendingen sind in diesem Raume nicht weniger als 17 Bilder von Menschen und Thieren gravirt. Es stellt einen Festzug zu Ehren der Geburt des Bacchus dar, oder nach Anderen ist das von Theseus eingesetzte Fest der Athene, die Pyanepsien, darauf dargestellt.

Es kann aber auch dieses Siegel gleich anderen feinen Arbeiten durch mechanische Hülfsmittel geschnitten sein, nach einer der jetzt zu diesem Zwecke benutzten Methoden. So zeigte Arago (*Comptes rendus*, 1845. XXI, Nro. 3) der französischen Akademie eine in Kupfer gestochene Karte von ganz Frankreich vor, welche Paulowicz mittelst eines von ihm erfundenen Instrumentes, des sogenannten Pantographen, in sehr kleinem Maassstabe ausgeführt hatte. Die ganze Karte hatte einen Durchmesser von kaum drei Centimeter, und doch unterschied man mittelst einer Lupe die Linien und die Namen der Oerter ganz genau. Ferner hat der vor Kurzem in Paris verstorbene Mechanikus Froment, wie wir aus dessen Leben von Laussedat (*l'Institut* 1865, p. 219) erfahren, im Jahre 1851 auf der Londoner Weltausstellung der Königin Victoria eine kleine Glastafel angeboten, die auf einem Quadratmillimeter das Wappen von Grossbritannien mit Umschrift und Dedication an die Königin gra-

virt enthielt. Ein noch auffallenderes Beispiel von feiner Bewegung der Hand durch mechanische Mittel liefert aber der mikroskopische Schreibapparat von Peters, welcher in den *Transact. of the Microsc. Society* (*Quart. Journ. of Microsc. Sc.* 1855, XII, p. 55) ausführlich beschrieben und abgebildet ist. Es ist im Wesentlichen ein System zweckmässig combinirter Hebel, wodurch die Bewegung einer Diamantspitze, welche Buchstaben auf ein Glasplättchen schreibt, so sehr verlangsamt wird, dass diese linear 110 bis 6250 Male, oder quadratisch 12000 bis 3900000 Male kleiner sind, als wenn sie mit der nämlichen Bewegung der Hand, jedoch ohne Beiwirkung des Apparats, geschrieben würden. Der Verfertiger schrieb damit das Vaterunser auf 6 Zeilen mit Buchstaben von $^1/_{10000}$ Zoll Höhe; es nahm $^1/_{150000}$ Quadratzoll ein. Die Wirkung des Apparates ist so leicht und sicher, dass Dr. Carpenter, der damalige Präsident der *Microsc. Society*, gleich beim ersten Versuche drei Zeilen auf noch nicht $^1/_{10000}$ Quadratzoll schrieb, und bei der mikroskopischen Untersuchung ergab es sich, dass an den Buchstaben, die nur $^1/_{1150}$ Zoll hoch waren, die Eigenthümlichkeit der Handschrift sich doch deutlich erkennen liess.

Dass nun die Alten zur Herstellung ihrer Intagli und Cameen mechanische Hülfsmittel benutzten, namentlich ein Rad und dadurch bewegte eiserne Spitzen, ist eine bekannte Sache; desgleichen, dass sie auch in Eisen gefasste Diamantsplitter dazu verwendeten. S. Lessing's *antiquarische Briefe*, wo folgende Stelle aus Plinius (Lib. 37, Cap. 4, Sect. 15) angezogen ist: *Adamas, cum feliciter rumpi contigit, in tam parvas frangitur crustas ut cerni vix possint; expetuntur hae scalptoribus ferroque includuntur nullam non duritiam ex facili cavantes.*

Es fragt sich daher, ob die Steinschneider im Alterthume die ganz kleinen, dem blossen Auge fast unsichtbaren Figuren auf die gleiche Art zu Stande gebracht haben, wie es noch heut zu Tage auf unseren Modellirbänken geschieht, nämlich durch mechanische Verkleinerung grösserer erhaben bossirter Figuren.

Unter den Kunstwerken der Alten endlich, die schwerlich ohne Mithülfe einer Lupe zu Stande gebracht werden konnten, sind auch jene zu nennen, von denen Plinius (Lib. 7, Cap. 21) berichtet. So erzählt er auf die Autorität des Cicero hin, ein gewisser Strabo habe die ganze Ilias auf ein Blatt geschrieben, das in einer Nuss aufbewahrt werden konnte. Callicrates soll aus Elfenbein Fliegen und andere kleine Thiere nachgemacht haben, deren einzelne Theile von Anderen nicht erkannt werden konnten. Myrmecides aber machte sich durch einen vierspännigen Wagen aus Elfenbein berühmt, so klein, dass ihn die Flügel einer Fliege deckten, sowie durch ein Schiff, welches durch die Flügel einer Biene gedeckt wurde.

kaum auf eine Kugel bezogen werden kann, die immer nur eine sehr kleine Brennweite hat.

Bei Plinius (Lib. 37, Cap. 2) liest man: *Invenio apud medicos, quae sint urenda corporum, non aliter utilius uri putari, quam crystallina pila adversis opposita solis radiis*, und das scheint wirklich auf eine krystallene, das heisst gläserne Kugel oder Linse hinzudeuten. Doch an einer andern Stelle (Lib. 36, Cap. 26) schreibt er dieses zündende Vermögen einer mit Wasser gefüllten gläsernen Kugel zu: *Est autem caloris impatiens (vitrum), nisi praecedat frigidus liquor, quum addita aqua vitreae pilae sole adverso in tantum candescant, ut vestes exurant.*

Ein schwacher Beweis dafür, dass die Alten wirklich Vergrösserungsgläser besessen haben müssen, wird auch darin gefunden, dass unter den auf uns gekommenen Kunstproducten der Alten manche einer ganz ungemein feinen Ausführung sich erfreuen, die ohne Benutzung eines Vergrösserungsmittels kaum erreichbar gewesen zu sein scheint. So sagt Vettori (l. c. p. 107): *Exstant in Museo Victorio gemmae aliquae ita parvulae, ut lenticulae granum illis duplo major sit; et tamen in iis vel semiexstantes figurae, vel incisae pariter spectantur, opera in area tam parvula sane admirando, quas oculo nudo vix incisas esse judicaveris.* In der *Histoire de l'Academie des Inscriptions* (T. I, p. 270) findet sich die Beschreibung eines Siegels, welches dem blossen Auge ein ganz verwirrtes und unkenntliches Bild giebt, dass sich aber unterm Mikroskope als eine bewundernswürdige Arbeit darstellt. Es ist dies das sogenannte Siegel des Michel Angelo auf Carneol. Nach der Abbildung hat es 15 Millimeter Länge auf 12 Millimeter Breite, und ausser mancherlei Nebendingen sind in diesem Raume nicht weniger als 17 Bilder von Menschen und Thieren gravirt. Es stellt einen Festzug zu Ehren der Geburt des Bacchus dar, oder nach Anderen ist das von Theseus eingesetzte Fest der Athene, die Pyanepsien, darauf dargestellt.

Es kann aber auch dieses Siegel gleich anderen feinen Arbeiten durch mechanische Hülfsmittel geschnitten sein, nach einer der jetzt zu diesem Zwecke benutzten Methoden. So zeigte Arago (*Comptes rendus*, 1845. XXI, Nro. 3) der französischen Akademie eine in Kupfer gestochene Karte von ganz Frankreich vor, welche Paulowicz mittelst eines von ihm erfundenen Instrumentes, des sogenannten Pantographen, in sehr kleinem Maassstabe ausgeführt hatte. Die ganze Karte hatte einen Durchmesser von kaum drei Centimeter, und doch unterschied man mittelst einer Lupe die Linien und die Namen der Oerter ganz genau. Ferner hat der vor Kurzem in Paris verstorbene Mechanikus Froment, wie wir aus dessen Leben von Laussedat (*l'Institut* 1865, p. 219) erfahren, im Jahre 1851 auf der Londoner Weltausstellung der Königin Victoria eine kleine Glastafel angeboten, die auf einem Quadratmillimeter das Wappen von Grossbritannien mit Umschrift und Dedication an die Königin gra-

virt enthielt. Ein noch auffallenderes Beispiel von feiner Bewegung der Hand durch mechanische Mittel liefert aber der mikroskopische Schreibapparat von Peters, welcher in den *Transact. of the Microsc. Society* (*Quart. Journ. of Microsc. Sc.* 1855, XII, p. 55) ausführlich beschrieben und abgebildet ist. Es ist im Wesentlichen ein System zweckmässig combinirter Hebel, wodurch die Bewegung einer Diamantspitze, welche Buchstaben auf ein Glasplättchen schreibt, so sehr verlangsamt wird, dass diese linear 110 bis 6250 Male, oder qnadratisch 12000 bis 3900000 Male kleiner sind, als wenn sie mit der nämlichen Bewegung der Hand, jedoch ohne Beiwirkung des Apparats, geschrieben würden. Der Verfertiger schrieb damit das Vaterunser auf 6 Zeilen mit Buchstaben von $^1/_{10000}$ Zoll Höhe; es nahm $^1/_{150000}$ Quadratzoll ein. Die Wirkung des Apparates ist so leicht und sicher, dass Dr. Carpenter, der damalige Präsident der *Microsc. Society*, gleich beim ersten Versuche drei Zeilen auf noch nicht $^1/_{10000}$ Quadratzoll schrieb, und bei der mikroskopischen Untersuchung ergab es sich, dass an den Buchstaben, die nur $^1/_{1150}$ Zoll hoch waren, die Eigenthümlichkeit der Handschrift sich doch deutlich erkennen liess.

Dass nun die Alten zur Herstellung ihrer Intagli und Cameen mechanische Hülfsmittel benutzten, namentlich ein Rad und dadurch bewegte eiserne Spitzen, ist eine bekannte Sache; desgleichen, dass sie auch in Eisen gefasste Diamantsplitter dazu verwendeten. S. Lessing's *antiquarische Briefe*, wo folgende Stelle aus Plinius (Lib. 37, Cap. 4, Sect. 15) angezogen ist: *Adamas, cum feliciter rumpi contigit, in tam parvas frangitur crustas ut cerni vix possint; expetuntur hae scalptoribus ferroque includuntur nullam non duritiam ex facili cavantes.*

Es fragt sich daher, ob die Steinschneider im Alterthume die ganz kleinen, dem blossen Auge fast unsichtbaren Figuren auf die gleiche Art zu Stande gebracht haben, wie es noch heut zu Tage auf unseren Modellirbänken geschieht, nämlich durch mechanische Verkleinerung grösserer erhaben bossirter Figuren.

Unter den Kunstwerken der Alten endlich, die schwerlich ohne Mithülfe einer Lupe zu Stande gebracht werden konnten, sind auch jene zu nennen, von denen Plinius (Lib. 7, Cap. 21) berichtet. So erzählt er auf die Autorität des Cicero hin, ein gewisser Strabo habe die ganze Ilias auf ein Blatt geschrieben, das in einer Nuss aufbewahrt werden konnte. Callicrates soll aus Elfenbein Fliegen und andere kleine Thiere nachgemacht haben, deren einzelne Theile von Anderen nicht erkannt werden konnten. Myrmecides aber machte sich durch einen vierspännigen Wagen aus Elfenbein berühmt, so klein, dass ihn die Flügel einer Fliege deckten, sowie durch ein Schiff, welches durch die Flügel einer Biene gedeckt wurde.

6 Aus allem darf man schliessen:

1. dass die Alten im Besitze der Kunst waren, durchsichtige sowohl wie undurchsichtige Steine zu schleifen und zu poliren;

2. dass sie diesen Steinen zuweilen die Form concaver oder convexer Linsen gaben;

3. dass sie neben dem Glasblasen auch die Kunst des Glasgiessens und Glasschleifens verstanden;

4. dass sie kugelförmige und auch linsenförmig geschliffene Gläser als Brenngläser benutzten;

5. dass sie die Vergrösserung von Gegenständen beobachtet hatten, die hinter wassergefüllten gewölbten Flaschen befindlich waren.

Zwar scheint nirgends mit Bestimmtheit einer Vergrösserung durch linsenförmig oder kugelförmig geschliffene Gläser Erwähnung zu geschehen; man muss es aber fast für unmöglich halten, dass sie denen habe entgehen können, die sich solcher Gläser häufig bedienten.

Manche haben selbst Andeutungen von optischen Instrumenten bei den alten Autoren finden wollen. Nach Molyneux (*Treatise of Dioptricks.* Lond. 1692, p. 253) führt Paucirollus in seiner Schrift *De rebus inventis*, Tit. 15, angeblich aus Plautus folgende Stelle an: *Cedo vitrum, necesse est conspicillo uti.* Nach Molyneux ist dieses Citat aber falsch und die Stelle nirgends zu finden.

Aus dem christlichen Autor Pisidas, der im 7. Jahrhundert in Constantinopel lebte, theilt Junius folgenden Satz mit: τα μελλοντα ὡς διὰ δίοπτρον σὺ βλέπεις (Jones, *An Essay on the first Principles of natural Philosphy*, Oxf. 1762, p. 277). Welches Instrument, um zukünftige Dinge dadurch sichtbar zu machen, unter dem Worte δίοπτρον hier gemeint ist, lässt sich schwer ausmachen; doch scheint kein genügender Grund vorhanden zu sein, um mit Jones an ein Teleskop zu denken.

Muss man es nun auch als ausgemacht ansehen, dass die Alten mit den hauptsächlichsten Wirkungen convexer durchsichtiger Körper vertraut waren, so scheint es doch eben so fest zu stehen, dass sie von der veranlassenden Ursache, nämlich von der Brechung der Lichtstrahlen, keine klare Vorstellung hatten, wenn es ihnen auch nicht entgangen war, dass die gerade Linie verloren geht, sobald Gegenstände theilweise unter Wasser gesehen werden, wie man nach Regnault (*Origine ancienne de la physique nouvelle.* Amst. 1765, p. 175) aus einigen Stellen bei Aristoteles und Plutarchus ersieht. Ptolemaeus, der im zweiten Jahrhunderte nach Christus lebte und die Strahlenbrechung sehr gut kannte, ja selbst gemessen hat, scheint mit den Wirkungen convexer durchsichtiger Körper nicht bekannt gewesen zu sein. Der Erste, welcher eine freilich unrichtige Erklärung davon gegeben hat, ist Vitello um das Jahr 1270, und kurz nachher Roger Baco, von denen sogleich weiter die Rede sein wird.

Ueber die Reflexion der Lichtstrahlen hatten die Alten un- 7
zweifelhaft weit vollkommenere Kenntnisse. Es ist hinreichend bekannt, dass schon in früher Zeit Brennspiegel hergestellt wurden, die unsere gegenwärtigen in der Wirkung selbst übertroffen haben müssen, wenn das wahr ist, was man von ihren Effecten erzählt. Ich brauche kaum an die von Vielen bereits bezweifelte Erzählung von Verbrennung der römischen Schiffe vor Syrakus durch Archimedes zu erinnern, worüber ausser manchen älteren Autoren Wilde (*Gesch. d. Optik*, 1838. I, S. 31) sehr umständlich handelt.

Archimedes soll eine Abhandlung über parabolische Brennspiegel verfasst haben, die aber verloren gegangen ist. Dem Euclides werden sodann Optica zugeschrieben, worin auch von der Wirkung der Hohlspiegel gehandelt wurde. Es führen aber mehrere Gründe auf die Vermuthung, dass dieses Werk nicht von Euclides stammt (*Encyclop. Britann.* Vol. 14, p. 179), während dagegen Wilde (a. a. O. Thl. I, S. 11) annimmt, Euclides habe es zwar geschrieben, es sei aber durch Theon und andere Commentatoren umgeändert worden. Jedenfalls ist das Werk sehr alt. Die Gesetze der Lichtreflexion, namentlich aber dass der Einfalls- und Reflexionswinkel einander gleich sind, sind gewiss schon sehr früh den Nachfolgern des Plato bekannt gewesen, und zu diesen gehört auch Euclides.

Dass die Alten die Eigenschaft des Hohlspiegels, Gegenstände vergrössert darzustellen, wirklich benutzt haben, ist aus einer Stelle bei Plinius (Lib. 33, Cap. 9, Sect. 45) zu entnehmen: *Eadem vis in speculi usu. Polita crassitudine paulumque propulsa dilatatur in immensum magnitudo imaginum;* noch mehr aber aus der von Porta (*Magia naturalis s. de miraculis rerum naturalium.* Antw. 1560, Lib. 4, Cap. 14) bereits angezogenen schmutzigen Geschichte, die bei Seneca (*Nat. Quaest.* Lib. 1, Cap. 15 und 16) zu lesen ist: *Sunt specula, quae faciem prospicientium obliquent, sunt quae in infinitum augeant ita, ut humanum habitum modumque excedant nostrorum corporum. — Hostius (qui tam virorum quam feminarum avidus fuit) fecit specula ejus notae cujus modo retuli, imagines majores reddentia, in quibus digitus brachii mensuram et crassitudinem excederet. Haec autem ita disponebat, ut cum virum ipse pateretur, aversus omnes admissarii sui motus in speculo videret ac deinde falsa magnitudine ipsius membri tanquam vera gaudebat.*

Zweiter Abschnitt.

Spätere Geschichte der Linsen und Erfindung der Brillen.

8 Wir müssen jetzt einen Zeitraum von nicht weniger als 1000 Jahren überspringen, worin nur Weniges zur Förderung der Wissenschaften geschehen ist; und von diesem Wenigen ist selbst nur ein kleiner Theil auf uns gekommen. Der Erste, welcher nach dieser Zeit der Erscheinungen an convexen Gläsern Erwähnung thut, ist der Araber Alhazen Ben Alhazen, der etwa um das Jahr 1100 lebte. Man liest in dessen Optik (*Opticae thesaurus Alhazeni Arabis.* Basil. 1572, Lib. VII, 44 und 45), dass, wenn ein Object dicht an die gerade Fläche eines Glaskugelsegments gehalten wird, dessen gewölbte Fläche dem Auge zugekehrt ist, dieses Object sich dann vergrössert darstellen wird. Hier finden wir also zuerst die Wirkung einer planconvexen Linse beschrieben, wenngleich es Alhazen entgangen ist, dass das Object nicht dicht an die Linsenoberfläche gehalten zu werden braucht.

Im Jahre 1270 schrieb Vitello eine Optik (*Vitellonis Thuringopoloni περὶ οπτικῆς sive de natura, ratione et projectione radiorum visus, luminum, colorum, formarum* etc. Lib. X. *editi opera G. Tanstetter et Petri Apiani.* Norimb. 1535 Fol.; mit Alhazen's Schrift zusammen in: *Opticae thesaurus, ed. Federico Risnero.* Basil. 1572, Fol.). Alles Wichtige aus der Schrift von Alhazen ist darin aufgenommen, und so auch die ge-

nannte Erscheinung. Indessen seine Beobachtungen sowohl wie seine Erklärungen sind falsch, und es scheint fast ausgemacht, dass er nicht aus eigener Erfahrung spricht, sondern nur mittheilen will, was Alhazen darüber sagt, den er offenbar falsch verstanden hat. Denn während Alhazen von der Wirkung eines Kugelsegments redet, welches grösser denn eine Halbkugel ist, handelt Vitello von einem der Halbkugel an Grösse nachstehenden Kugelsegmente, und er glaubt, der Punkt, worin sich alle durch ein solches Segment gehende Strahlen vereinigen, müsse gerade der Mittelpunkt der Kugel sein.

Gleichzeitig mit Vitello lebte Roger Baco (geb. 1214, gest. 1292), ein Mann, der alle seine Zeitgenossen in der Kenntniss der Natur und ihrer Erscheinungen übertraf, und das gewöhnliche Loos solcher theilte, die sich in Kenntnissen auszeichnen, während die ganze Umgebung dumm und unwissend ist. Er wurde nach Molyneux (a. a. O. S. 257) der Zauberei beschuldigt und ins Gefängniss geworfen, worin er 10 Jahre schmachtete und nach manchen Angaben sogar starb. Aus vielen Stellen seiner Schriften ersieht man, dass er mit dem Gebrauche convexer Gläser bekannt war, und es finden sich auch ziemlich deutliche Spuren, dass er dieselben zu zusammengesetzteren optischen Instrumenten zu combiniren versuchte. Molyneux und Smith führen folgende Stellen aus seinem *Opus majus* an: *Si vero corpora non sunt plana per quae visus videt, sed sphaerica, tunc est magna diversitas, num vel concavitas corporis est versus oculum vel convexitas* etc., und weiterhin: *De visione fracta majora sunt; nam facile patet, maxima posse apparere minima et e contra, et longe distantia videbuntur propinquissime et e converso. Sic etiam faceremus Solem et Lunam et Stellas descendere secundum apparentiam inferius* etc. Die Bekanntschaft mit Vergrösserungsgläsern erhellt aber aufs Deutlichste aus folgender Stelle: *Si vero homo aspiciat literas et alias res minutas per medium crystalli vel vitri vel alterius perspicui suppositi literis, et sit portio minor sphaerae, cujus convexitas sit versus oculum, et oculus sit in aëre, longe melius videbit literas et apparebunt ei majores. Nam secundum veritatem canonis quinti de sphaerico medio, infra quod est res et citra ejus centrum, et cujus convexitas est versus oculum, omnia concordant ad magnitudinem: quia angulus major est sub quo videtur, et imago est major, et locus imaginis est propinquior, quia res est inter oculum et centrum, et ideo hoc instrumentum est utile senibus et habentibus oculos debiles. Nam literam quantumcunque parvam possunt videre in sufficiente magnitudine.*

Endlich berichtet auch noch Record (*Chemin de la Science* 1551), dass Baco ein Glas geschliffen habe, durch das man so merkwürdige Sachen sah, dass die Wirkung desselben allgemein der Macht des Teufels zugeschrieben wurde.

Aus diesem Allen scheint gefolgert werden zu dürfen:

1. dass Baco planconvexe Linsen besass, mit deren vergrössernder Kraft er durch eigene Beobachtung vertraut war;

2. dass er den Grund der Vergrösserung der Objecte darin erkannte, dass die Linsen es möglich machen, die Objecte unter einem grössern Winkel zu sehen;

3. dass er einsah, wie nützlich solche Linsen denen sein müssen, die alt sind und ein schwaches Gesicht haben.

Es ist klar, dass diese letztere Wahrnehmung unmittelbar zur Erfindung der Brillen führen musste, wenn auch bezweifelt werden darf, dass Baco Gläser mit einem weiten Focus, wie bei den eigentlichen Brillen, angefertigt hat, da er wohl eher ein stärkeres Vergrösserungsglas in der Hand halten oder auf die Schrift legen wollte, um namentlich dadurch Buchstaben deutlich lesen zu können*).

*) Man hat viel darüber geschrieben, welche Kenntnisse Baco über die Wirkung convexer Gläser besessen habe. Manche lassen ihn sogar als Erfinder optischer Instrumente gelten, während Andere meinen, dasjenige, was er über das Vergrösserungsvermögen convexer Gläser mittheilt, beruhe nicht auf eigenen Versuchen, sondern sei nur den Werken von Alhazen und Vitello entlehnt. Einige Dunkelheiten in den angezogenen Stellen scheinen diese Annahme allerdings einigermaassen zu rechtfertigen. Baco sagt, man solle das Vergrösserungsglas auf die Buchstaben legen; auch erklärt der Kanon, worauf er sich beruft, die Erscheinung eigentlich nicht, denn er spricht dort nur von Objecten, die sich innerhalb eines dichteren Mediums, namentlich in Wasser befinden. Man liest ferner in dem berühmten Briefe Baco's: *De mirabili potestate artis et naturae, ubi de philosophorum lapide* etc., der zuerst bei Claudius Celestinus: *De his quae mundo mirabiliter eveniunt. Lutetiae Parisiorum* 1542. 4. abgedruckt ist, Folgendes: *Possunt enim sic figurari perspicua, ut longissime posita appareant propinquissima et e contrario, ita quod incredibili distantia legeremus literas minutissimas et videremus res quantumcunque parvas et stellas faceremus apparere quo vellemus.... Possunt et sic figurari corpora, ut maxima appareant minima et e contrario, et alta appareant ima et infima contrario, et occulta appareant manifesta.* Wenn aber einige Zeilen weiter zu lesen steht: *Possunt etiam sic figurari perspicua, ut omnis homo ingrediens domum videret veraciter auream et argenteam et lapides preciosas*, so wird jener durch den ersten Satz hervorgerufene Eindruck gar sehr geschwächt. Liest man dann ferner daselbst: *Instrumenta navigandi possunt fieri sine hominibus navigantibus, ut naves maximae et marinae ferantur unico homine regente, majori velocitate quam si essent plenae hominibus navigantibus: unde currus possunt fieri, qui sine animali moveantur cum impetu inaestimabili.... et infinita talia possunt fieri, ut pontes ultra flumina sine columna et aliquo obstaculo*, so könnte man an die Dampfschiffe, Locomotiven und Hängebrücken der Gegenwart denken, wenn nicht ein eingeschobener Satz (*possunt fieri instrumenta volandi, ut homo sedens in medio instrumenti revolvens aliquod ingenium, per quod alae artificialiter compositae, aërem verberent ad modum avis volantis*) bewiese, dass Baco, weit davon entfernt, alles, was er sich in seinen philosophischen Träumen als möglich dachte, durchs Experiment nachzuweisen, sich vielmehr dazu verleiten liess, seine theoretischen Vorspiegelungen für wirkliche Wahrheiten zu halten.

Mahnen uns nun aber auch diese Beispiele, Baco's Kenntnisse über Dinge, von denen er in der That nicht viel mehr als eine Ahnung hatte, mit Vorsicht zu

Wie dem auch sei, es steht so viel fest, dass kurz nach Baco's Tode, 9
wenn nicht vielleicht gar schon vorher, die Brillen in Europa in Gebrauch gekommen sind*).

Molyneux (*Dioptrica nova*, p. 254) führt eine Stelle aus Menage (*Origini della lingua Italiana*. Ginevra 1685) an, die dieser der Handschrift eines griechischen Gedichts auf der königlichen Bibliothek in Paris

beurtheilen, so müssen wir doch andererseits eingestehen, dass seine im Texte enthaltenen Angaben über das Vergrösserungsvermögen der Linsen die Erscheinung zu scharf zeichnen, als dass man annehmen dürfte, er habe sie nicht selbst wahrgenommen, sondern nur Anderen nachgeschrieben, wenngleich er eine unrichtige Erklärung davon giebt. Ferner wurden um Baco's Zeit die Brillen wirklich bekannt, und man darf doch wohl nicht annehmen, dass man auf einmal, fast ohne Vorbereitung, zur Darstellung von Brillengläsern gekommen ist; der gewöhnliche Gang der menschlichen Entdeckungen lässt vielmehr vermuthen, dass man, nachdem die Wirkungen convexer durchsichtiger Körper wahrgenommen worden waren, allmälig Gläser zu schleifen begann mit einem immer weiteren Focus, bis man endlich auf Gläser kam, welche dem bei Brillengläsern vorschwebenden Zwecke entsprachen.

*) Bekanntlich sind mancherlei Erfindungen, wie die des Schiesspulvers, der Compassnadel u. s. w., schon früher von den Chinesen gemacht worden, und das dürfte auch mit den Brillen der Fall sein; wenigstens scheint die Erfindung unabhängig von Europa bei den Chinesen vorzukommen. Ihre Brillen sind ganz verschieden von den unseren. Es sind zwei grosse, theilweise convex und theilweise concav geschliffene runde Scheiben aus einem Mineral, das sie *Scha-chi*, d. h. Theestein, nennen, weil seine Farbe einem dunkeln Theeaufgusse gleicht. Diese durchsichtigen Scheiben befestigen sie vor den Augen dadurch, dass sie seidene Schnuren hinter die Ohren führen. S. Carl Bursy, *das künstliche Licht und die Brillen*. Mitau u. Lpz., 1846, S. 29.

Nach manchen Angaben sollte der Gebrauch der Brillen früher als irgend anderswo bei den südamerikanischen Völkern bekannt gewesen sein, deren älteste Cultur wenigstens noch in ihren Bau- und Bilderwerken zu uns spricht. In A. Voit's *Denkmälern der Kunst zur Uebersicht ihres Entwickelungsganges*. Stuttg. 1845, Heft 1, Taf. 2 u. 3, sind mehrfache derartige Ueberbleibsel aus Mexico, Peru u. s. w. dargestellt, und darunter vielleicht auch ein Kopf mit einer Brille (W. Menzel's *Literaturblatt*, 1845, Nr. 104, S. 116). Die blosse Uebereinstimmung der Form und das Anbringen vor den Augen bürgen aber noch keineswegs mit Sicherheit dafür, dass diese Deutung eine richtige ist.

Es fehlt auch nicht an märchenhaften Angaben über die Erfindung der Brillen. Der heilige Hieronymus, der im vierten Jahrhunderte lebte, soll bereits Brillen gekannt haben, und noch im Jahre 1660 hatte in Venedig die Ladenthür eines Brillenverkäufers die Aufschrift: *San Girolamo inventore degl' occhiali.* Der Irrthum ist vielleicht durch Anachronismen hervorgerufen worden, deren sich Maler schuldig gemacht haben. So hat Domenico del Ghirlandajo (geb. 1551, gest. 1595) den heiligen Hieronymus wirklich mit einer Brille auf der Nase abgemalt. Auch Ludvico Candi da Cigoli (geb. 1559, gest. 1613) hat sich diesen Anachronismus in dem Bilde erlaubt, welches den alten Simeon mit dem Christuskinde in der Kirche San Francesco di Prato darstellt. (Bursy a. a. O., S. 26).

entnommen hat. Der Verfasser des Gedichts, welcher etwa ums Jahr 1150 lebte, spottet nämlich über die damaligen Aerzte, „dass sie die Excreta ihrer Kranken mit einem Glase beguckten.“ Wäre damit gesagt, dass die damaligen Aerzte die Excreta der Kranken wirklich mittelst eines convexen Glases untersuchten, dann würde freilich die Benutzung des Vergrösserungsglases zu diagnostischen Zwecken von weit älterem Datum sein als man meistens glaubt. Da jedoch über die Form dieses Glases nichts gesagt wird, so wenig als über den Zweck seines Gebrauchs, so dürfen wir wohl annehmen, dass die Aerzte dabei mehr den Zweck hatten, ihre Nase zu schützen, nicht aber ihre Augen zu verstärken.

Zuverlässigere Nachrichten über die Zeit der Brillenerfindung haben wir durch Redi's Nachforschungen erhalten. Dieselben sind in zwei Briefen an Carlo Dati und an Paolo Falconieri enthalten, die sich im vierten Theile seiner Werke befinden, im Auszuge aber bei Spon (*Recherches curieuses d'antiquité.* Lyon, p. 163), sowie in den *Philosoph. Transact.* f. 1683, p. 392 zu lesen sind. Auch bei Girolamo Tiraboschi (*Storia della Letteratura Italiana.* Modena, 1793, p. 163) findet man die bezüglichen Stellen. Redi verlegt die Erfindung zwischen 1280 und 1311, wobei er sich auf folgende Zeugnisse stützt. In einer Chronik, die handschriftlich bei den Prädikanten zu St. Catharina in Pisa aufbewahrt wird und die auch der Reihe nach von mehreren gleichzeitig lebenden Autoren abgeschrieben wurde, liest man nämlich: *frater Alexander de Spina, vir modestus et bonus, quaecunque vidit aut audivit facta scivit et facere. Ocularia ab aliquo primo facta et communicare nolente ipse fecit et communicavit corde hilari et volente.* Dieser Alexander de Spina nun war in Pisa geboren und starb im Jahre 1313. Er verstand die Kunst des Brillenmachens am Ende des 13. oder zu Anfang des 14. Jahrhunderts, und wenn ihm auch nicht die Ehre der Erfindung zufällt, so hat er doch das grosse Verdienst, diese Erfindung bekannt gemacht zu haben.

Dass die Erfindung der Brillen aber schon in die letzten Jahre des 13. Jahrhunderts fällt, kann man aus einer Stelle in einer Handschrift vom Jahre 1299 schliessen, die den Titel führt: *Trattato del governo da Sandra di Pipozzo di Sandro Fiorentino*, worin der Schreiber sagt, er sei so vom Alter gebeugt, dass er weder lesen noch schreiben könne ohne die Gläser, die man Brillen nennt, und die neuerdings erfunden seien zur Bequemlichkeit gebrechlicher Alten, denen das Gesicht versagt *). Damit stimmt auch überein, was Giordano da Rivalta, der im Jahre 1311 im Kloster zu St. Catharina in Pisa starb, also ein Klosterbruder des Alexander de Spina, in einer Predigt, gehalten am 23. Februar 1305 zu Flo-

*) „*Mi trovo così gravoso di anni, che non abbia vallenza di leggiere e scrivere senza vetri apellati okiali, truovati novellamente per comodita delli poveri veki, quando affiebolano del vedere.*“

renz, seinen Zuhörern sagte, dass es nämlich noch nicht 20 Jahre her sei, seitdem die Kunst der Brillenverfertigung erfunden wurde, eine der nützlichsten Künste auf der Welt, und dass er den Erfinder selbst gesehen und gekannt habe*). Dass die Brillen in den ersten Jahren des 14. Jahrhunderts wirklich schon ziemlich bekannt waren, ersieht man daraus, dass der berühmte Arzt Bernard Gordon in Montpellier im Jahre 1305 in seinem *Lilium medicinae* eine Augensalbe mit dem Beisatze anpreist: *et est tantae virtutis, quod decrepitum faceret legere literas minutas absque Ocularibus.*

Nach A. von Humboldt (*Kosmos* II, S. 508) sollen die Brillen in Haarlem schon zu Anfang des 14. Jahrhunderts bekannt gewesen sein; nur ist die Quelle nicht angegeben, woraus diese für die Geschichte der optischen Instrumente in den Niederlanden so wichtige Angabe entlehnt worden ist.

Der Name des wahren Erfinders blieb aber verborgen, bis Leopoldo del Migliore, ein florentinischer Alterthumskundiger, in der Kirche Santa Maria Maggiore zu Florenz folgende alte Grabschrift entdeckte: *Qui giace Salvino d'Armato degli Armati di Fir. Inventore degli Occhiali. Dio gli perdoni la peccata.* Anno D. MCCCXVII. (s. Tiraboschi l. c. p. 198. Musschenbroek, *Introd. ad philos. nat.* II, p. 786. Volkmann, *Nachrichten aus Italien*, I, S. 512). Diese Grabschrift, verbunden mit den oben angeführten Zeugnissen Redi's, macht es also höchst wahrscheinlich, dass Armati der Mann gewesen ist, den Giordano da Rivalta als den ersten Verfertiger der Brillen gekannt haben will und dem Alexander de Spina die Kunst abgelernt hat.

Fassen wir alles Bisherige zusammen, so ergiebt sich, dass schon in 10
sehr alten Zeiten das Vergrösserungsvermögen convexer durchsichtiger Körper bekannt war und ebenso die Kunst, Glas und selbst Bergkrystall zu schleifen. Späterhin finden wir diese Kunst noch erhalten, im Besondern bei den Mönchen, fast den einzigen, in deren Händen damals Kunst und Wissenschaft lagen. Denn mehr als wahrscheinlich ist es doch wohl, dass ausser Roger Baco auch noch andere Mönche das Verfahren der Alten beim Glasschleifen verstanden; dies erhellt schon aus dem Beispiele des Alexander de Spina, der offenbar die Kunst des Glasschleifens verstand, da er ohne Unterricht die von einem anderen verfertigten Brillen nachmachen konnte. Die Erfindung der Brillen beruht also nur darauf, dass man anfing, Linsen mit grösserer Brennweite als früherhin

*) *Non è ancora vent'anni, che si trovò l'arte die fare gli occhiali, che fanno veder bene, che è una delle migliori arti e delle piu necessarie, che il mondo abbia*" „*Jo vedi colui, che prima la trovò e fece, e favellagli.*"

zu schleifen, und dies hat wahrscheinlich um die Jahre 1285 bis 1290 stattgefunden.

In der letzten Hälfte des 14. Jahrhunderts mussten die Brillen wohl schon sehr verbreitet sein, denn Molyneux (l. c. p. 257) führt von Guido de Chauliac an, derselbe habe 1363 in seiner *Chirurgia magna* ein Paar Augenwasser angegeben und dann hinzugefügt: wenn diese nicht helfen, dann müsse man zur Brille greifen.

Allmälig wurde auch das Brillenschleifen ein Handwerk, welches aller Orten von einiger Bedeutung geübt wurde. So werden am Ende des 16. Jahrhunderts in Middelburg zwei Brillenschleifer mit Namen aufgeführt, nämlich Hans Janssen mit seinem Sohne Zacharias, so wie Lippershey, und zur Zeit Leeuwenhoek's (*Sendbrieven*, Delft 1718, p. 169) befanden sich deren drei zu Leyden. Diese allgemeine Ausbreitung der Kunst, Glas zu Linsen zu schleifen, hat aber zur glücklichen Erfindung der zwei mächtigsten Hülfsmittel der Beobachtung geführt, zum Teleskope und zum Mikroskope.

Dritter Abschnitt.

Erfindung des zusammengesetzten Mikroskopes und erste Benutzung der einfachen Linse zu wissenschaftlichen Untersuchungen.

Wir nähern uns jetzt dem Zeitpunkte, wo die eigentliche Geschichte 11
des Mikroskopes ihren Anfang nimmt, des Werkzeuges nämlich, welches den Schleier abheben sollte von den Naturerscheinungen, die dem blossen Auge unlösliche Räthsel sind. Wir haben gesehen, dass schon seit Jahrhunderten die vergrössernde Kraft der convexen Gläser und Spiegel bekannt war, und dass man wahrscheinlich bei feinen Kunstarbeiten davon Gebrauch gemacht hatte, und doch scheint Niemand auf den Gedanken gekommen zu sein, das Auge damit zu waffnen, um dadurch tiefer in die Geheimnisse der Natur einzudringen. Die einfache Linse war seit langer Zeit bekannt. Das war aber noch kein Mikroskop; sie wurde es erst von dem Augenblicke an, als sie zur Untersuchung von Naturkörpern verwandt wurde, die vermöge ihrer Kleinheit sich dem Auge entzogen. Wann dies zuerst geschehen, ist aber schwer mit einiger Sicherheit anzugeben. Philippus Bonannus (*Observationes circa viventia quae in rebus non viventibus reperiuntur*, *cum Micrographia curiosa*. Rom. 1691, p. 7) hat zwar ein Verzeichniss derer geliefert, die bis zu seiner Zeit ihre mit dem Mikroskope ausgeführten Untersuchungen beschrieben haben sollten, und als Ersten nennt er Georg Hufnagel, der im Jahre 1592 in Frankfurt

ein Werk über Insecten mit 50 Kupfertafeln herausgab. Ich kenne dieses Werk nicht selbst; sind aber wirklich darin mikroskopische Beobachtungen in Worten mitgetheilt, so sind diese mit einfachen Linsen ausgeführt worden, denn in diesem Jahre war, wie gleich zu erwähnen, das zusammengesetzte Mikroskop kaum noch bekannt.

Huygens (*Opuscula posthuma.* Amstelod. 1728, I. *Dioptrica*, p. 170) meint, einfache Linsen statt des Mikroskopes seien erst nach Erfindung der Teleskope in Gebrauch gekommen. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass man erst nach der Erfindung des zusammengesetzten Mikroskopes sich mehr und mehr auf das Schleifen von immer kleineren Linsen gelegt hat, die man dann auch für sich als Mikroskope gebrauchte, namentlich nachdem Leeuwenhoek's treffliche Beobachtungen gelehrt hatten, was man damit erzielen kann.

Bevor ich jedoch über die Schicksale des einfachen Mikroskopes weiter mich auslasse, muss ich zuerst einige Augenblicke bei der Geschichte der Erfindung des zusammengesetzten Mikroskopes verweilen.

12 Zwei Nationen streiten noch bis diesen Tag um die Ehre der Erfindung des zusammengesetzen Mikroskopes, die Italiener nämlich und die Holländer, und bei beiden hat man diese Ehre mehr denn Einem zuweisen wollen. Bei den Italienern sind es Fontana und Galilei*), bei den Holländern Drebbel von Alkmaar, und zwei Middelburger, nämlich Hans und Zacharias Janssen, Vater und Sohn.

Fontana gab 1646 in Neapel seine *Novae celestium terrestriumque observationes* heraus, worin er angiebt, er habe das Mikroskop im Jahre 1618 erfunden; er beruft sich dabei auf das Zeugniss eines Jesuiten, der dasselbe sieben Jahre später bei ihm selbst gesehen habe. Dieses Zeugniss lautet: *Ego Hieronymus Sirsalis soc. Jesu S. T. P. in collegio Neapolitano testatum volo me circiter annum* 1625 *Francisci Fontanae vidisse Microscopium ab ipso mira arte compositum* etc.

*) Man hat auch Porta genannt (Chevalier, *die Mikroskope* u. s. w., übersetzt von Kerstein. 1843, S. 4); ich meine aber, dass dieser in keiner Weise hier in Betracht kommen kann. Weder in der Ausgabe seiner *Magia naturalis*, welche 1560 in 4 Büchern erschien, noch auch in der späteren von 1607 in 20 Büchern kommt etwas vor, was zu dieser Annahme führen könnte. Er spricht darin kaum über das Vergrösserungsvermögen der Linsen. Porta hat zwar auch noch ein Buch *De refractione optica* geschrieben, das ich nicht selbst gelesen habe; aber weder Wilde in seiner Geschichte der Optik, noch Libri in seiner *Histoire des sciences mathématiques en Italie*, der sehr ausführlich über Porta handelt, melden etwas, was auf die Erfindung des Mikroskopes durch Porta hinwies. — Eine andere Frage ist die, ob Porta nicht das Teleskop gekannt hat. Einige bemerkenswerthe Stellen darüber kommen im zehnten Hauptstücke seiner *Magia naturalis* (1607) vor, die man in der letzten Zeit wohl zu wenig berücksichtigt hat.

Von Galilei berichtet dessen Biograph Viviani (*Divinatio* II, p. 123 und Galilei, *Opere* I, p. XX), die Erfindung des Teleskopes habe ihn auch zu jener des Mikroskopes geführt, und im Jahre 1612 habe er ein solches Instrument an den König Casimir von Polen geschickt. Libri (*Hist. des Sc. math. en Italie* IV, p. 222) dagegen hat späterhin dargethan, dass Galilei sein Mikroskop nicht an Casimir, sondern an König Sigismund von Polen geschickt hat.

Ueber Drebbel berichtet Huygens (*Dioptrica*, p. 170), derselbe habe sich damals in London aufgehalten und im Jahre 1621 hätten viele bei ihm Mikroskope gesehen, als deren erster Erfinder er dort allgemein gelte *). Van Cappelle (*Bydragen tot de geschiedenis der Wetenschappen en Letteren in Nederland* 1821, p. 92) theilt ferner einen Brief des Peiresc in Paris vom 21. Dec. 1622 an G. Cambden in London mit, worin Folgendes vorkommt: *On nous raconte ici de grandes merveilles des inventions de Sieur Cornelius Drubelsius Alcmariensis, qui est au service du Roy de la grande Bretagne, résident en une maison près de Londres. Je vous supplie de m'écrire un mot de la verité de chacune de ces inventions. Nous avons bien vu ici de ces petites lunettes, qui font voir des cirons et des mistes gros comme des mouches, mais je voudrais bien être assuré de ce qu'il y a de vrai touchant ces autres inventions.* Daraus ersieht man, dass 1622 in Paris Mikroskope von Drebbel zu sehen waren. Es folgt aber nicht daraus, dass es zusammengesetzte Mikroskope waren, da man eben so gut annehmen kann, dass es kleine Mikroskope mit nur Einer Linse waren, von der Art, die man später *Vitra pulicaria* nannte.

Ueber Drebbel's Antheil an der Erfindung des Mikroskopes und besonders über das Bekanntwerden dieses Instrumentes in Italien ist aber durch die interessante Entdeckung des Abbé Rezzi, des Bibliothekars im Palast Corsini, mehr Licht verbreitet worden. Unter vielen anderen Briefen des eben genannten Peiresc in der Barberini'schen Bibliothek hat Rezzi auch 10 gefunden, die auf das Mikroskop Bezug haben, und die Peiresc in den Jahren 1622, 1623 und 1624 aus Paris und aus Aix an Hieronymus Aleandro in Rom geschrieben hat. Sie sind in der

*) Wie sonderbar die Sachen manchmal durch eine unvollständige und unaufmerksame Compilation verdreht werden, dafür kann ich ein Paar Beispiele anführen. Giovanni Santini (*Teorica degli stromenti ottici.* Padova 1828, p. 158) hat offenbar Huygens gelesen und schreibt: *Sembra doversi stabilire una si utile invenzione fra il* 1628 *ed il* 1621, *e doversene attribuire l'onore all' Inglese Drebbel;* er macht also Drebbel zu einem Engländer. Noch besser macht es aber der Referent über Brewster's *Martyrs of Science* in der *Bibliothèque universelle de Genève.* 1846. *Janv.*, p. 319, wenn er schreibt: *Il* (*Galilée*) *affirme qu'il n'a vu aucun des Télescopes de Dutch*, als wäre Dutch (Holländer) ein Eigenname. — Brewster selbst im *Treatise on the Microscope* nennt Janssen wiederholt Zansz.

kleinen Schrift von Rezzi (*Sulla invenzione del microscopio* etc., Rom 1852. 4, p. 36 — 40) mitgetheilt. Aus dem ersten dieser Briefe (Paris, 7. Juin 1622) ersieht man, dass ein gewisser Jacob Kuffler von Köln, ein Blutsverwandter des Cornelius Drebbel, dem Peiresc Augengläser (*Occhiali*) neuer und eigener Erfindung zeigte, durch die man einen Floh so gross wie eine Heuschrecke und die Käsemilben so gross wie Fliegen sah. Mit einem solchen Augenglase begab sich Kuffler nach Rom, den Brief des Peiresc als Empfehlungsbrief an Aleandro mit sich nehmend, worin versucht wurde, ihn bei Hofe einzuführen, namentlich beim Cardinal Santa Susanna und beim Cardinal Barberini, der ein Jahr später als Urban VIII. zum Papste gewählt wurde. Bald nach seiner Ankunft scheint aber Kuffler gestorben zu sein. Wenigstens gedenkt Peiresc im folgenden Briefe vom 8. December 1622 des Todes von Kuffler, und drückt zugleich sein Bedauern aus, dass Kuffler nicht im Stande gewesen sei, die wunderbaren Wirkungen seines Augenglases in Rom zu zeigen. Fast ein Jahr später (17. Sept. 1623) fand Peiresc erst Gelegenheit, den Verlust zu ersetzen, indem er die beiden eigenen, ebenfalls von Drebbel gefertigten und von Kuffler zurückgelassenen Augengläser zuschickte. Einem Briefe aus Aix (3. März 1624) ist aber zu entnehmen, dass man in Rom mit dem Instrumente nicht zurecht kam. Peiresc giebt darin verschiedene Anweisungen über den Gebrauch, die deshalb von Wichtigkeit sind, weil man mit Bestimmtheit daraus ersieht, dass zu diesen Mikroskopen zwei convexe Gläser gehörten; denn er erwähnt ausdrücklich der Bildumkehrung. Aus dieser Anweisung folgt ferner, dass der Abstand beider Gläser von einander und folglich auch die Vergrösserung des Instrumentes innerhalb gewisser Grenzen dem Wechsel unterlag. Dass es ferner nur für undurchsichtige Objecte passte, ist aus dem Briefe vom 24. Mai 1624 zu entnehmen, worin Peiresc die Beleuchtung durch Sonnenlicht anräth. Aus dem letzten Briefe vom 1. Juli 1624 ersieht man endlich, dass man in Rom erst dann dazu kam, die Objecte durch dieses Vergrösserungsglas ziemlich hell zu sehen, als Galilei dort angekommen war.

Das Zeugniss für Hans und Zacharias Janssen als Erfinder des Mikroskopes findet sich in der Schrift des zu Castres geborenen und 1689 verstorbenen Leibarztes Ludwig's XIV., Pierre Borel, oder Petrus Borellus: *De vero telescopii inventore, cum brevi omnium conspiciliorum historia. Accessit etiam Centuria observationum microscopicarum.* Hag. Comitum 1655. Darin findet sich ein Brief von Willem Boreel (Baron von Vroendyke, Herr von Duinbeke, Pensionarius von Amsterdam) vor, geb. 1591 in Middelburg, 1619 Advocat der ostindischen Compagnie und als solcher nach England geschickt, dann noch anderwärts Gesandter, und 1627 als Gesandter nach Paris gehend, wo er mit dem genannten Leibarzte Pierre Borel bekannt wurde, dem er jedoch nicht verwandt

war. Pierre Borel giebt aber an, dass er auf den Wunsch des Willem Boreel die Feder ergriffen habe, um Middelburgs Recht zu vertheidigen. Der in der genannten Schrift enthaltene Brief des Willem Boreel lautet: *Middelburgum Selandorum metropolis mihi patria est. Juxta aedes ubi natus sum in foro olitorio templum novum est, cujus parentibus (parietibus?) nectuntur aediculae quaedam satis humiles. Harum unam prope portam monetariam occidentalem inhabitabat anno* 1591 (*cum natus sum*) *quidam conspiciliorum confector nomine Hans, uxor ejus Maria, qui filium habuit praeter filias duas, Zachariae nomine quem novi familiarissime, quia puero mihi vicino vicinus ab ineunte tenerrima aetate colludens. Semper adfuit, egoque puer in officina ipsi saepiuscule adfui. Hic Hans id est Johannes cum filio suo Zacharia, ut saepe audivi, Microscopia primi invenere, quae principi Mauritio gubernatori et summo duci exercitus Belgicae foederatae obtulerunt, et honorario aliquo donati sunt. Simile microscopium postea ab ipsis oblatum fuit Alberto archiduci Austriaco, Belgicae regiae supremo gubernatore. Cum in Anglia anno* 1619 *Legatus essem, Cornelius Drebelius Alckmarianus Hollandus, vir multorum secretorum naturae conscius ibique regi Jacobo in mathematicis inserviens et mihi familiaris, ostendit illud ipsum instrumentum mihi, quod archidux ipsi Drebelio dono dederat, videlicet microscopium Zachariae istius; nec erat* (*ut nunc talia monstrantur*) *curto tubo, sed fere ad sesquipedem longo, cui tubus ipse erat ex aere inaurato, latitudinis duorum digitorum in diametro insidens tribus delphinis ex aere, itidem subnixis; in basis disco ex ligno ebeno, qui discus continebat impositas quisquilias aut minuta quaeque, quas desuper inspectabamus forma ampliata ad miraculum fere maxima. Ast longe post, nempe anno* 1610, *inquirendo paulatim etiam ab illis inventa sunt Middelburgi Telescopia longa siderea etc.*

Man ersieht aus dieser Beschreibung, dass es sich um ein zusammengesetztes Mikroskop handelt, das nur wenig von jenen abweicht, wie sie noch eine geraume Zeit späterhin verfertigt wurden. Auf die wahrscheinliche optische Einrichtung desselben werde ich alsbald noch näher zurückkommen.

Das sind die wesentlichen Momente, welche man für jeden der Ge- 13
nannten als Erfinder des Mikroskopes geltend machen kann und die jetzt einzeln abzuwägen sind.

Fontana's Ansprüche können kaum in Betracht kommen. Höchstens darf man aus dem angeführten Zeugniss schliessen, dass derselbe 1625 ein Mikroskop besessen hat. Wir haben aber gesehen, dass ein von Drebbel verfertigtes Mikroskop ein Jahr vorher nach Rom gekommen war.

Was Galilei betrifft, so ist man lange in Zweifel darüber gewesen, ob die von ihm verfertigten Mikroskope seine eigene Erfindung waren,

oder ob die Erfindung eines Anderen ihm bekannt wurde und er dann ein solches Instrument nachbildete. Das Letztere ist der Fall in Betreff der Teleskope, deren Erfindung bekanntlich auch Galilei zugeschrieben worden ist; das ist unwiderleglich dargethan durch die Untersuchungen van Swinden's (*Nieuwe Verhandelingen der eerste Klasse van het koninglyk Nederlandsch Instituut*, 1831, III, p. 103; im Auszuge in Schuhmacher's Jahrb. f. 1843, S. 57). Man kann sich auch denken, dass Galilei, nachdem er mit dem im Jahre 1608 in Holland erfundenen Teleskope bekannt war, bald nachher fast von selbst, ohne fremde Beihülfe, ein Instrument hergestellt hat, welches zur Beobachtung naher Gegenstände geeignet war. Das Teleskop lässt sich ja leicht in eine Art Mikroskop verwandeln: die beiden convexen Gläser brauchen nur weiter von einander entfernt zu werden durch Ausziehen des Rohres, und man kann nahe Gegenstände vergrössert damit wahrnehmen. Das scheint aber bereits 1610 Giantonio Magini gethan zu haben; denn in einem Briefe desselben vom 10. September 1610 an Galilei kommt folgende Stelle vor: *Allungando il cannone alla doppia distanza di quella che porta, e levando via il traguardo o lente concava, si vedono tutte le cose alla rovescia e molto distinte, se ben picciole.* (S. *Opere complete di Galileo.* T. VIII, p. 106.) Sicher ist es wenigstens, dass Galilei selbst in dem zuerst im Jahre 1623 in Rom gedruckten *Saggiatore* (*Opere complete.* T. IV, p. 248) eines Teleskopes erwähnt, welches dazu diente, in der Nähe befindliche Gegenstände weit besser als mit blossem Auge zu sehen. Ein solches Instrument kann man Mikroskop nennen, wenn man will; auch hat man dergleichen noch in späterer Zeit verfertigt und mit dem Namen polydynamischer Mikroskope belegt, da man das Instrument durch Schieben des Rohres den verschiedenen Entfernungen anpassen kann. Ein solches Teleskop-Mikroskop ist aber doch verschieden vom eigentlichen zusammengesetzten Mikroskope, welches aus einem Oculare und einem Objective von kurzer Brennweite besteht, bei deren Verbindung das ganze Instrument nur eine mässige Länge zu haben braucht, und wo ausserdem die Vergrösserung grösstentheils durch das Objectiv und nur zu einem kleinen Theile durchs Ocular erreicht wird.

Vielleicht ist auch jenes Mikroskop, welches Galilei nach dem Zeugniss seines Schülers und bewundernden Freundes Viviani im Jahre 1612 an den König von Polen schickte, ein solches Teleskop-Mikroskop gewesen; immer aber war es auch dann von späterem Datum, als jene Instrumente, welche nach dem Zeugniss Boreel's durch Hans und Zacharias Janssen hergestellt wurden *).

*) Libri (*Hist. des Sc. mathématiques en Italie*) nennt die in Boreel's Briefe über Hans und Zacharias Janssen enthaltenen Mittheilungen „*des témoignages beaucoup trop postérieurs*", und glaubt sie damit vollständig wider-

Alle Zweifel über die Zeit, in welcher Galilei das eigentliche zusammengesetzte Mikroskop kennen gelernt hat, sind nun aber völlig beseitigt, nachdem die oben besprochenen Briefe von Peiresc durch Rezzi bekannt gemacht worden sind, der mit anzuerkennender Unparteilichkeit gewiss mit vollem Rechte daraus folgert: „dass das zusammengesetzte Mikroskop im April 1624 in Rom noch so neu und unbekannt war, dass Niemand damit umzugehen wusste, in Rom, wo sich Galilei 1611 gegen zwei Monate aufgehalten und seine neuen Entdeckungen bekannt gemacht hatte, wo nicht wenige gelehrte Mitglieder der *Academia dei Lyncei* und andere Verehrer der Wissenschaften lebten, die dort ein neues Leben her-

legt zu haben, er vergisst aber, dass es sich hier um die Mittheilung eines Augenzeugen handelt, und zwar eines Mannes, der als Staatsmann und Gelehrter eine hohe Stellung einnahm und vollkommen glaubwürdig war. Dieser Tadel passt aber auch eher auf Viviani als auf Boreel; denn Ersterer wurde erst 1622 geboren, zehn Jahre später, als Galilei seine Erfindung gemacht haben soll, während Boreel 1591 geboren ist und aus persönlicher Anschauung Mittheilungen machen konnte. Auch spricht es nicht für die Zuverlässigkeit der Quellen, aus denen Viviani schöpfte, dass er sich in der Person irrt, an die Galilei sein erstes Mikroskop geschickt haben soll (s. S. 21). Endlich schrieb Viviani seine Lebensbeschreibung Galilei's 1654, und 1717 wurde sie gedruckt; die Elogia aber, worin des an den polnischen König gesandten Mikroskopes Erwähnung geschieht, wurden erst 1693 geschrieben. Die Schrift von Pierre Borel dagegen erschien schon 1655.

Tiraboschi (l. c. VIII, p. 176) und nach ihm Libri zählen zu den Beweisen, dass das Mikroskop schon 1612 in Italien bekannt gewesen sei, auch eine Stelle in der im genannten Jahre in Venedig erschienenen Schrift: *Ragguagli di Parnaso di Trajano Boccalini*, welche so lautet: *Mirabilissimi sono quegli occhiali fabbricati con maestria tale, che alcuni fanno parere le pulci elefanti ed i pigmei giganti* etc. Aus diesen Worten entnimmt man noch nicht, ob hier eine einfache Linse oder ein Mikroskop gemeint ist. Alle Zweifel darüber schwinden aber durch das, was man weiterhin in dieser Schrift liest und was Rezzi (l. c. p. 35) mittheilt: *Questi (occhiali) avidamente sono comperati da alcuni soggetti grandi, i quali ponendoli poi al naso dei loro fortunati cortigiani, tanto alterano la vista di que' miseri, che rimunerazione di cinque cento scudi di rendita stimano il vil favoruccio, che dal padrone venga loro posta la mano nelle spalla, ò l'esser da lui rimirati con un ghigno, ancor che artificioso e fatto per forza.* Hier ist also von keinem zusammengesetzten Mikroskope die Rede, sondern nur von einem Instrumente, welches auf der Nase getragen wurde, also von einer Art Brille.

Vielleicht war das auch ein solches Instrument, oder auch ein einfaches Mikroskop oder eine Lupe, dessen Johannes Vodderbornius, ein Schotte und früherer Schüler Galilei's in Padua, in einer vom 16. Oct. 1610 datirten Dedication an den englischen Gesandten Wotton in Venedig gedenkt. Diese Dedication, auf welche Rezzi aufmerksam gemacht hat, steht nämlich in: *Quatuor problematum quae Martinus Horky contra Nuntium Sydereum de quatuor planetis novis proposuit confutatio.* Patav. 1610. Vodderbornius sagt hier nämlich von seinem Lehrer: *Audiveram paucis ante diebus authorem ipsum excellentissimo D. Cremonino Purpurato philosopho varia narrantem scitu dignissima, et inter caetera quomodo ille minimorum animantium organa, motus et sensus eo perspicillo ad unguem distinguat.*

vorriefen, wohin alles Neue in Kunst und Wissenschaft den Weg fand, wie die Briefe und Schriften dieser Zeit, gedruckte und ungedruckte, darthun."

Hieraus und aus einer Reihe anderer Gründe, deren weitere Ausführung der Leser in Rezzi's Schrift selbst suchen muss, wird nun von Rezzi der Schluss gezogen, das zusammengesetzte Mikroskop könne nicht in Italien, also weder von Galilei noch von Fontana, erfunden, sondern es müsse von andersher dorthin gebracht worden sein*).

Hierin stimme ich ihm ganz bei, ich kann mich aber nicht mit seiner Ansicht befreunden, dass die Ehre dieser Erfindung Drebbel zukomme und nicht den beiden Janssen.

Dass Drebbel 1619 und in den folgenden Jahren selbst zusammengesetzte Mikroskope anfertigte, muss nach den Zeugnissen von Boreel und von Peiresc als ausgemacht angenommen werden; doch beweist dies noch nicht, dass Drebbel wirklich der Erfinder war. So etwas folgt weder aus den Worten von Huygens, die nur der Wiederklang einer in London verbreiteten Meinung sind, noch aus den Worten von Peiresc. Letzterer erwähnt in seinen Briefen nur der Augengläser (*Occhiali*) Drebbel's, als von diesem selbst verfertigter Instrumente, ohne ihn indessen ausdrücklich als Erfinder zu bezeichnen. Hätte aber auch Peiresc dieses gethan, so würde er nur in den allgemeinen Irrthum seiner Zeit verfallen sein, worin er durch die Mittheilungen Kuffler's bestärkt wurde, eines Verwandten oder nach Rezzi (l. c. p. 7) eigentlich des Schwiegersohnes von Drebbel.

Vergleicht man mit diesen auf blossen Gerüchten beruhenden Ansprüchen das bestimmte und offene Zeugniss von Willem Boreel, welches in dem vorhin (S. 23) mitgetheilten Briefe niedergelegt ist, so kann

*) Dass das Mikroskop 1624 in Italien noch ganz unbekannt war, erhellt auch daraus, dass Galilei in diesem Jahre ein Mikroskop an Bartolomeo Imperiali in Genua schickte, der sich in seinem Danksagungsbriefe rühmte, der Einzige in Genua zu sein, der einen solchen Schatz besässe. Galilei sandte ferner etwa um die nämliche Zeit auch ein Mikroskop an Cesare Marsigli und bemerkte dabei, „dass ein solches Instrument nur von ihm zu bekommen sei und von dem Goldschmiede, der das Rohr dazu gemacht hätte." Ferner schickte auch Galilei am 23. Sept. 1624 ein Mikroskop an Federico Cesi, und in dem Begleitbriefe (abgedruckt im *Giornale dei Letterati* von 1749 und wiederholt bei Rezzi a. a. O. S. 47) erwähnt er zum ersten Male, dass es ihm Mühe gekostet habe, die rechte Methode des Linsenschleifens herauszufinden, was doch wohl nicht geschrieben worden wäre, wenn sich Galilei schon seit vielen Jahren mit der Verfertigung solcher Mikroskope beschäftigt gehabt hätte. Es ist dieser Begleitbrief aber auch noch deshalb merkwürdig, weil aus der Beschreibung des Instrumentes und der Anweisung zu seinem Gebrauche auf überzeugende Weise hervorgeht, dass es vollkommen mit jenem Instrumente übereinstimmt, welches Peiresc nach Rom geschickt und welches Galilei einige Monate vorher gesehen hatte.

meines Erachtens nicht daran gezweifelt werden, dass Hans und Zacharias Janssen die ersten und wahren Erfinder des zusammengesetzten Mikroskopes waren; Drebbel hat nur ein von ihnen verfertigtes späterhin nachgemacht. Willem Boreel tritt hier als Augenzeuge auf: er hat Hans und Zacharias Janssen und ebenso Drebbel persönlich gekannt; den Sohn Zacharias nennt er seinen Spielkameraden, den Drebbel bezeichnet er aber, bei Gelegenheit seiner Gesandtschaft nach London, als „*mihi familiaris*".

Wenn Peiresc und Boreel das nämliche Maass von Glaubwürdigkeit beanspruchen können, so hat sicherlich des Letzteren Zeugniss über Sachen, die er selbst gesehen und aus dem Munde genau damit bekannter Personen gehört haben will, das meiste Gewicht. Denn Peiresc, wenn auch in gutem Glauben, gedenkt in seinen Briefen nur dessen, was ihm zu Ohren gekommen war, ohne dass er den Erfinder persönlich kannte. Es könnte auch nicht Wunder nehmen, wenn noch mehrere derartige Briefe von Anderen aus dieser Zeit gefunden würden, in denen man ebenfalls Drebbel als Erfinder des Mikroskopes bezeichnete; es würden alle solche Zeugnisse, falls nicht Einzelnheiten näher darin angegeben würden, nichts weiter darthun können, als dass der Name des wahren Erfinders damals noch nicht bekannt war und Drebbel als solcher galt*).

Ist es nun auch nicht mehr in Zweifel zu ziehen, dass die Erfindung 14
des zusammengesetzten Mikroskopes in Holland jener der Teleskope um mehrere Jahre vorausging, also auch der Verfertigung eines Mikroskopes durch Galilei, so fällt es doch sehr schwer, das Jahr genau anzugeben, in welchem die Erfindung wirklich stattgefunden hat.

*) Der Hauptgrund, den Rezzi gegen das Zeugniss von Boreel geltend machen will, ist folgender. Boreel habe in dem nämlichen Briefe nicht nur die Erfindung des Mikroskopes, sondern auch jene des Teleskopes dem Hans und Zacharias Janssen zugeschrieben, und sie sollten diese Erfindung etwa um das Jahr 1610 gemacht haben; Galilei sei es aber bereits 1609 bekannt gewesen, dass man dieses Instrument in Holland erfunden hatte. Dem lässt sich selbst noch hinzufügen, dass es seit den Nachforschungen van Swinden's (S. 24) als ausgemacht gelten kann, dass die Erfindung wirklich 1608 und zwar fast gleichzeitig durch Johannes Lippershey in Middelburg und durch Jacob Metius in Alkmaar erfolgte. Boreel's Brief enthält somit eine Unwahrheit. Doch ist es gewiss nicht gerechtfertigt, wenn man aus diesem Grunde ihn ganz als Zeugen verwerfen will. Was Boreel über die Erfindung der Teleskope angiebt, verräth weit weniger persönliche Bekanntschaft mit der Sache. Er erzählt nur mit gutem Glauben, was er von Anderen, denen er seinerseits glaubte, darüber gehört hatte. Hätte er, oder hätten die Anderen in der That täuschen wollen, dann hätten sie die Erfindung auf eine frühere Zeit verlegt, statt sie zwei Jahre nach der wirklichen Erfindung anzusetzen. Boreel's Irrthum in dieser Beziehung darf daher seiner Glaubwürdigkeit in Dingen, wo er die Personen und die Sachen gekannt hat, keinen Eintrag thun.

Aus Boreel's Zeugniss ersieht man nur, dass diese Erfindung lange vor 1610 fällt, und dass erst der Statthalter Moritz, dann aber der Erzherzog Albrecht jeder ein solches Mikroskop geschenkt erhielten. Letzter wurde 1595 zum Generalgouverneur ernannt, kam aber erst 1596 nach Brüssel. Drebbel verliess 1604 sein Vaterland, begab sich an den Hof des Königs Jacob von England, verliess diesen aber nach einigen Jahren wieder und zog nach Prag. Wahrscheinlich während seines Aufenthaltes in Prag erhielt Drebbel vom Erzherzog Albrecht das von Hans und Zacharias Janssen empfangene zweite Mikroskop. Das ist alles, was wir von der Geschichte dieses zweiten Mikroskopes wissen, das also nicht vor 1596 an den Erzherzog und nicht vor 1604 an Drebbel gekommen sein kann.

Ueber das erste Mikroskop, welches Prinz Moritz erhalten hatte, lässt sich noch weniger etwas Sicheres vermuthen. Moritz folgte bereits 1584 seinem Vater, also wahrscheinlich mehrere Jahre vor der Erfindung des Mikroskopes. Boreel, der 1591 geboren war, führt nämlich seinen Spielgenossen Zacharias Janssen ausdrücklich mit als Erfinder auf. Angenommen nun, Zacharias sei nur ein Paar Jahre älter gewesen als Borel, und es habe die Erfindung etwa in seinem 15. Jahre statt gehabt, so würde man dieselbe kaum früher als im Jahre 1600 annehmen können. Da nun Moritz 1605 nach Zeeland kam, wo auf Kosten der Staaten ein Lager abgehalten wurde (*Aanmerkingen op Wagenaar's Vaderlandsche Historie* IX, p. 89; p. 182 der *Aanmerkingen*), so darf man auf die Vermuthung kommen, dass er in diesem Jahre das Mikroskop geschenkt erhielt.

Man hat aber Gründe, anzunehmen, dass Zacharias Janssen bei der Geburt des Boreel nicht mehr so jung war, als des Letzteren Angaben im Ganzen anzudeuten scheinen. Unter den übrigen bei Pierre Borel aufgeführten Zeugnissen kommt zwar keins vor, worin der Erfindung des Mikroskopes gedacht wird, selbst nicht in den Zeugnissen des Sohnes und der Schwester des Zacharias. Das darf aber nicht Wunder nehmen, da jene Zeugnisse in gerichtlicher Form aufgenommen wurden und die vorgelegten Fragen nur auf die Erfindung des Teleskopes Bezug hatten. Aus dem Zeugnisse des Sohnes Johannes Zachariassen ersieht man aber doch, dass dessen Vater Zacharias 1590 schon ein ausreichendes Alter gehabt haben muss, um etwas zu erfinden. Dasselbe lautet nämlich: *Et primo praedictus Joannes Zacharides affirmavit, illa telescopia primum esse inventa et confecta a patre suo, cui nomen erat Zacharias Joannides, idque contigisse (ut saepe inaudiverat) in hac civitate anno Christi* 1590. *Quod tamen longissimum telescopium illo tempore confectum non excessit quindecim aut sedecim pollicum longitudinem. Affirmavit tunc, duo talia telescopia oblata fuisse, unum videlicet Illustrissimo Principi Mauritio, alterum vero Archiduci Alberto, et tantae*

similis longitudinis telescopia in usu fuisse usque in annum 1618. *Tunc eum demum* (*ut affirmabat hic testis*) *ipse et pater ejus*, *nempe praedictus Joannes Zacharias Joannides invenerunt fabricam et compositionem longiorum telescopiorum, quibus etiam nunc utuntur nocte ad inspiciendas stellas et lunam* etc.

Bereits van Swinden hat darauf hingewiesen, dass in diesem Zeugnisse ein Paar Widersprüche mit Boreel's Brief vorkommen, die ihn nöthigten, die Richtigkeit der Angabe, als habe Zacharias Janssen bereits 1590 die Teleskope erfunden, in Zweifel zu ziehen, und als das Richtigere anzunehmen, dass sowohl Jacob Metius in Alkmaar als Johannes Lippershey in Middelburg ziemlich gleichzeitig, etwa um 1608, die ersten Teleskope verfertigt haben. Man darf aber wohl soviel aus jenem Zeugnisse entnehmen, dass im Jahre 1590 Janssen das eine oder das andere optische Instrument erfunden hat. Mir kommt es nun nicht unwahrscheinlich vor, dass dies das zusammengesetzte Mikroskop war, womit auch die angegebene Länge desselben im Vergleiche zu jener, welche Boreel dem bei Drebbel gesehenen Mikroskope zuschreibt, ganz übereinstimmt. Dass sein Sohn Johannes Zachariassen 65 Jahre später die Erfindung des Mikroskopes mit der Erfindung des Teleskopes verwechselt habe, scheint keine allzu gewagte Vermuthung zu sein. Diese Vermuthung hat um so mehr für sich, weil damals, wie es scheint, wo das Teleskop weit mehr bekannt war als das Mikroskop, beide Instrumente wohl unter dem gemeinschaftlichen Namen des Teleskopes begriffen wurden. So haben wir bereits oben (S. 24) gesehen, dass Galilei im Jahre 1623 ein „Teleskop" erwähnte, welches dazu eigerichtet war, dass man in der Nähe befindliche Gegenstände besser als mit blossem Auge sehen konnte, und noch im Jahre 1627, als das zusammengesetzte Mikroskop in Italien wohl bekannt war, bezeichnete nach Rezzi (l. c. p. 37) Nicola Aggiunti, Galilei's Schüler, dasselbe als Microtelescopium (*Oratio de mathematicae laudibus*. Rom. 1627). Auch finden wir in den Schriften aus der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts für Mikroskope und Teleskope immer den nämlichen Namen, nämlich *Ocularia* im Lateinischen, *Occhiali* bei den Italienern, *Kykers* und *Ooglazen* bei den Holländern.

Es ist Schade, dass De Kanter und Ab Utrecht Dresselhuys sich vergeblich bemüht haben, das Geburtsjahr des Zacharias Janssen aus den Taufregistern zu ermitteln. (*De Provincie Zeeland*. Middelburg 1824. *Bylage* p. 88). Doch fehlt es nicht an Beweisen dafür, dass er wirklich viele Jahre älter war als Boreel. Nach dem Zeugnisse des Sohnes, der 1655 ein Alter von 52 Jahren erreicht hatte, war Janssen im Jahre 1603, wo Boreel erst 12 Jahre zählte, bereits Vater. Hätte er sich mit 25 Jahren verheirathet, so wäre er 1577 geboren und im Jahre 1590 hätte er 13 Jahre gezählt. Als Boreel noch ein Kind war, konnte

Janssen schon ein ziemlich erwachsener Jüngling sein. Als Janssen's Todesjahr wird in der Schrift von De Kanter und Ab Utrecht Dresselhuys das Jahr 1642 angegeben; ist er also 1577 geboren, so würde er 63 Jahre alt geworden sein.

Noch ein auffallender Umstand, den ich nicht ganz mit Stillschweigen übergehen will, ist der, dass Johannes Zachariassen nur seinen Vater Zacharias als Erfinder nennt, und den Grossvater Hans oder Johannes gar nicht erwähnt. Dies lässt sich aber wohl daraus erklären, dass er seinen Grossvater nicht gekannt hat, der also schon vor oder bald nach 1603 gestorben sein müsste. In dieser Beziehung ist Boreel ebenfalls ein mehr zuverlässiger Zeuge; er erklärt, den Grossvater sehr gut gekannt zu haben und oftmals in seinem Laden gewesen zu sein.

Aus Allem ergiebt sich:

1. dass das zusammengesetzte Mikroskop gewiss mehrere Jahre vor 1610 in Middelburg erfunden worden ist;

2. dass sicherlich das zuerst verfertigte Mikroskop nicht vor 1584 an den Prinzen Moritz gekommen sein kann, und das zweite nicht vor 1596 an den Erzherzog Albrecht;

3. dass Manches dafür spricht, es habe die Erfindung schon 1590 stattgefunden.

15 Vielleicht ist es Herrn Rezzi ehrenvoller vorgekommen, Galilei's Ruhm an einen Mann wie Drebbel abzutreten, der den stolzen Titel eines Königlichen Mathematicus führte und seiner Zeit Vielen als ein grosser Gelehrter galt, als an ein Paar einfache Brillenschleifer; ich meinestheils lege weniger Werth auf diese verschiedenen Stellungen. Wenn wir Drebbel nach den Paar Schriften beurtheilen, welche er verfasst hat, so steht er sehr weit unter seinen grossen Zeitgenossen Galilei und Keppler. In diesen Schriften zeigt sich ein mystischer, grübelnder Geist, aber nur wenig echte Naturkenntniss. Hätte ihn der echte Trieb der Naturforschung beseelt, dann würde er das Mikroskop, welches jedenfalls schon 1619 in seinen Händen war, zu wissenschaftlichen Untersuchungen benutzt haben, wie es in Rom geschah, sobald man dort damit bekannt geworden war. Es würde zu weit abführen, wenn ich für dieses ungünstige Urtheil über Drebbel die nöthigen Beweise vorbringen wollte. Wenden wir uns daher in die Werkstätte der Brillenschleifer Hans und Zacharias Janssen, die nach meiner Meinung der eigentliche Schauplatz der Erfindung ist.

Schon drei Jahrhunderte früher waren die Brillen erfunden worden; sie waren überall in Gebrauch und in jeder nur irgend bedeutenden Stadt befanden sich Brillenschleifer (S. 18). Waren nun aber die vergrössernden Linsen schon seit Jahrhunderten in Gebrauch, so bedurfte es zur Er-

findung des Teleskopes wie des Mikroskopes weiter nichts, als dass zwei solche Linsen auf eine passende Weise vereinigt wurden.

Nach einer alten Sage soll das Mikroskop oder das Teleskop, oder es sollen beide zufällig erfunden worden sein, indem die Kinder eines Brillenschleifers mit zwei Brillengläsern spielten und sie über oder hinter einander hielten. Ich will auf dergleichen Sagen nicht mehr Gewicht legen, als sie verdienen; aber es lässt sich nicht verkennen, dass hier einiger Grund zu der Annahme vorhanden ist, es werde eher ein glücklicher Zufall zur Erfindung geführt haben, als eine Reihe philosophischer Betrachtungen. Nur glaube ich den Zufall, dem man die Erfindung des Mikroskopes verdankt, auf eine etwas andere Art mir denken zu müssen. Bekanntlich werden Brillengläser und Linsen erst mit Substanzen von immer mehr zunehmender Feinheit geschliffen und dann polirt. Was ist nun natürlicher, als anzunehmen, die damaligen Brillenschleifer verfuhren wie die heutigen, sie betrachteten nämlich ihre Gläser durch ein anderes vergrösserndes Glas, um sich davon zu überzeugen, ob noch Risse da wären und ob die Oberfläche gut polirt sei. Und musste es nicht dem einen oder dem andern bei dem so oft sich wiederholenden Vorgange augenfällig werden, dass die unter den Gläsern befindlichen Dinge, wenn diese Gläser zufällig in der gehörigen Entfernung von einander waren, sich stärker vergrössert darstellten, als wenn sie durch ein einfaches Glas betrachtet wurden? Wenn wir die Sache so ansehen, dann muss man sich wohl eher darüber wundern, dass drei Jahrhunderte bis zu dieser Erfindung vorübergehen konnten, als dass zuletzt ein einfacher Brillenschleifer wirklich diese Erfindung machte.

Es muss gewiss befremden, dass die Erfindung eines Instrumentes, 16
wodurch dem untersuchenden Auge eine ganz neue Welt erschlossen wurde, zuerst so wenig Aufmerksamkeit erregte, dass sein Vorhandensein Jahre lang kaum ausserhalb des Wohnortes der Erfinder bekannt war.

Weder in Keppler's *Dioptrice*, welche zuerst 1611 erschien, noch in des Syrturus*) *Telescopium sive ars perficiendi novum illud Galilei visorium instrumentum ad sidera* etc. Francof. 1618, worin vom Teleskope und vom Schleifen der Teleskopgläser die Rede ist, findet sich etwas aufgezeichnet, was auf deren Bekanntschaft mit dem Mikroskope hindeutet.

*) Syrturus wohnte in Mailand und bereiste Italien, Spanien, Deutschland und Holland, um alle Formen der Linsen und der optischen Instrumente kennen zu lernen. In Middelburg verweilte er einige Zeit bei Lippershey, in Neapel bei Porta, in Rom bei Cesi und bei Galilei. Vom Letzteren erzählt er (p. 27), dass er ihm die Linsen aus dem Rohre des Teleskopes herausnahm, so dass er sie auf seinem Zimmer untersuchen und messen konnte. Er schweigt aber ganz vom Mikroskope, und dies kann fast als vollgültiger Beweis gelten, dass dieses Instrument damals in Italien noch nicht bekannt war.

Es muss aber um so mehr befremden, wenn wir sehen, dass Keppler mit den Gesetzen, welchen das Licht beim Durchgange durch mehrere convexe Linsen folgt, schon ganz gut bekannt war. Er lehrt nicht nur, sondern erläutert auch durch Abbildungen, „wie man durch zwei convexe Linsen die Objecte grösser und deutlicher, aber umgekehrt sieht,“ und er giebt ferner an, „wie man drei convexe Linsen stellen muss, um die Objecte grösser und deutlicher, zugleich aber auch in der natürlichen Stellung zu sehen.“ (Keppler, *Dioptrice seu demonstratio eorum, quae visui et visibilibus propter conspicilia non ita pridem inventa accidunt* etc. Aug. Vindel. 1611, p. 41, 45.) Ich muss aber bemerken, dass es ihm offenbar nur darum zu thun war, nachzuweisen, ein Teleskop könne auch aus convexen Linsen zusammengesetzt sein, statt aus convexen und concaven, deren man sich bis dahin bedient hatte.

In der That scheinen viele Jahre verflossen zu sein, bevor das Mikroskop allgemein bekannt wurde, und es verfloss selbst ein noch längerer Zeitraum, bevor einzelne damit vorgenommene Untersuchungen öffentlich bekannt gemacht wurden. Wenn Holland stolz darauf sein darf, das Vaterland des Teleskopes und Mikroskopes zu sein, so gebührt dagegen Italien die Ehre, unter seinem Himmel die ersten Früchte für die Wissenschaft durch beide Instrumente gesammelt zu haben. Galilei richtete sein Teleskop nach dem Himmel und entdeckte das System der Jupitersmonde. Francisco Stelluti untersuchte schon 1625, also ein Jahr, nachdem das Mikroskop nach Rom gekommen war, verschiedene Theile der Honigbiene damit und machte seine Beobachtungen bekannt *).

Nach Köln soll 1638 das erste Mikroskop aus England gekommen sein. Leibnitz (*Otium Hannov.* p. 185) erzählt nämlich: *P. Johanninus mihi narravit, quemdam Judaeum medicinae doctorem primum microscopium ex Anglia Coloniam attulisse anno* 1638.

Den Grund, warum das Mikroskop der gelehrten Welt so lange unbekannt geblieben ist, kann man zum Theil darin finden, dass die Erfinder dem niedern Stande angehörten. Meines Erachtens giebt es aber noch andere Gründe dafür. Erwägen wir nämlich, welchen gewaltigen Eindruck überall die Erfindung des Teleskopes hervorbrachte, so dass

*) *Apiarium ex frontispiciis naturalis theatri principis Federici Caesii Lyncei, S. Angeli et S. Poli Principis I, Marchionis montis Caelii II, Baronis Romani depromptum, quo universa mellificum familia ab suis prae-generibus derivata, in suas species ac differentias distributa in physicum conspectum adducitur. Francisus Stellutus Lynceus Fabrianensis microscopio observavit. Romae, superiorum permissu, anno* 1625. Auf dem von Greuter gestochenen Titelblatte steht noch: *Urbano* VIII *Pontifico maximo accuratior* **ΜΕΛΙΣΣΟΓΡΑΦΙΑ** *a Lynceorum Academia perpetuae devotionis symbolum offertur.* S. über Stelluti: *Odescalchi, Memorie istorico-critiche dell' accademia de' Lincei.* Roma 1806, und Horkel, Monatsber. d. Berl. Acad. Mai 17. 1841.

wenige Jahre nach dessen Erfindung bereits mehrere Schriften darüber und über die damit gemachten Entdeckungen erschienen waren, so wird es wahrscheinlich, dass gerade die ziemlich gleichzeitige Erfindung beider Instrumente der Grund gewesen ist, weshalb jeder nach dem Teleskope griff, um die Wunder zu schauen, welche sich dadurch in den Räumen des Himmels aufthaten. Jeder hatte den Blick nach oben gerichtet, und man vergass deshalb jenes niedrige Werkzeug, wodurch man gebückten Hauptes nach scheinbar unbedeutenden und meistens verachteten Dingen schaute. Erst nachdem man im Gebrauche der Teleskope sich einigermaassen ersättigt hatte, als sich vielleicht Viele enttäuscht sahen, die in ihren überspannten Erwartungen davon geträumt hatten, noch viel mehr mit diesem Instrumente sehen zu können, als nur überhaupt möglich ist *), als daher seine Benutzung sich auf jene einschränkte, die es auf eine wahrhaft wissenschaftliche Weise zu benutzen verstanden, dann erst wandte sich der Haufe derer, die nach neuen und ungehörten Sachen verlangten, dem fast vergessenen Mikroskope zu. Aber erst dann, als Hooke, Malpighi, Leeuwenhoek und Grew ihre unsterblichen Werke bekannt machten, fing man an einzusehen, dass die Wissenschaft mit der Erfindung des Mikroskopes Grosses gewonnen hatte, erst da begriff man es, dass, gleichwie das Teleskop das Gebiet des Auges in der Ferne erweiterte, so das Mikroskop ein tieferes Eindringen des Auges zur Folge hatte.

Zahlreiche Veränderungen und Verbesserungen kamen allmälig zu Stande. Um diese in gehöriger Ordnung vorzuführen, wird es nöthig, die weitere Geschichte einer jeden Mikroskopart einzeln durchzugehen.

*) Meinte doch noch Descartes (*Oeuvres publiées par V. Cousin.* V, p. 130), dass man mit dem Teleskope die kleinen Körper auf den Sternen eben so deutlich werde unterscheiden können, als die Körper auf der Erde, wenn es nur gelingen sollte, hyperbolische Linsen für das Instrument zu verwenden.

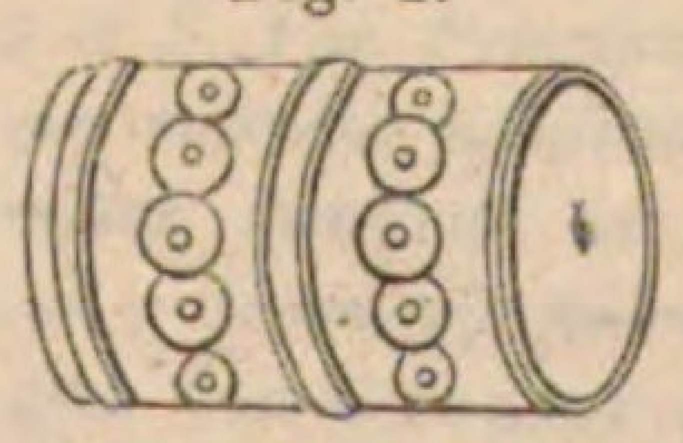
Vierter Abschnitt.

Das einfache dioptrische Mikroskop.

17 Wir haben bereits gesehen, dass die Kenntniss des Vergrösserungsvermögens convexer durchsichtiger Körper und selbst linsenförmiger Gläser ins hohe Alterthum hinaufreicht; ich habe aber auch die Bemerkung hinzugefügt, dass die eigentliche Geschichte des einfachen Mikroskopes erst von dem Zeitpunkte anfängt, wo man Linsen mit ziemlich kurzem Focus herzustellen unternahm, wodurch eine bedeutendere Vergrösserung erreicht wurde, und dass man wahrscheinlich erst nach und in Folge der Erfindung des zusammengesetzten Mikroskopes hierzu gekommen ist.

Die ersten einfachen Mikroskope, von denen wir Nachricht haben, waren sehr wenig geeignet zu Beobachtungen, da ihnen die Mittel abgingen, den Abstand zwischen Linse und Object zu ändern. Zahn (*Oculus artificialis.* Herbipoli 1685. Fund. III, p. 109; eine vermehrte Ausgabe erschien 1702 in Nürnberg) zählt sie daher zu den *Microscopia ludicria*, im Gegensatz zu den *Microscopia seria*. Sie heissen bei Zahn (Fund. II, p. 168) auch *Engyscopia*, welchen Namen in neuerer Zeit Goring wieder aufgewärmt oder auch wohl selbst ausgedacht hat. Dieselben bestanden aus einem kurzen Rohre, mit einer Linse an dem einen Ende und einem flachen Glase am andern Ende, auf welchem letzteren ein kleines Object, etwa ein Floh, eine Mücke, festgeklebt war (Fig. 1); daher sie auch als *Microscopia Vitra pulicaria* oder als *Vitra muscaria* bezeichnet werden. Aus der Beschreibung von Hevelius (*Selenographia.* Gedani 1647. Lib. 2, p. 43) ersieht man, dass diese Mikroskope etwa

Fig. 1.



Vitrum pulicarium.

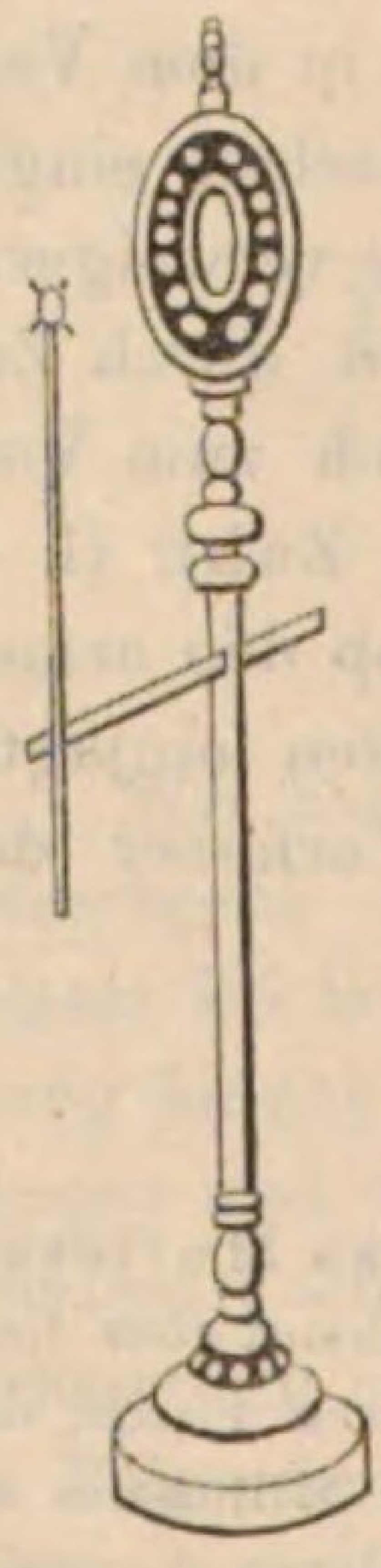
einen Zoll Länge hatten, die Linse aber das Segment einer Kugel von zwei Zoll Durchmesser war. Sie vergrösserten demnach 9 bis 10 Male*).

Ein solches *Vitrum pulicarium* gab einmal zu einem sonderbaren Auftritte Veranlassung, den uns der Jesuit Schot in der *Magia universalis naturae et artis.* Bamb. 1677, p. 534 mittheilt. Ein gelehrter und durch seine Schriften bekannter Mann reiste aus Holland durch Bayern und Oesterreich nach Tyrol, wo er von einem Fieber befallen wurde; er musste daher auf einem Dorfe bleiben und starb daselbst. Bevor die Bewohner die Leiche zur Erde bestatteten, schritt der Schulze mit dem Gemeinderathe zur Untersuchung der Effecten des Verstorbenen, und darunter fanden sie auch ein solches *Vitrum pulicarium.* Der Schulze und die Anderen entsetzten sich bei diesem Anblicke; sie erkannten in dem Verstorbenen einen Giftmischer, der den Teufel in einem Gläschen eingeschlossen mit sich umhertrug und wollten ihm das Begräbniss verweigern. Während man sich noch darüber stritt, wurde das Instrument durch Zufall oder auch wohl absichtlich geöffnet, und es kam ein Floh zum Vorschein, den man für den Teufel angesehen hatte. Durch Zahn (l. c. Fund. III, p. 109) erfahren wir, dass der Mann, dessen Mikroskop den armen Bewohnern des österreichischen Dorfes einen solchen Schrecken einjagte, niemand anders gewesen ist, als Scheiner, der gelehrte Verfasser der im Jahre 1630 erschienenen *Rosa ursina.*

*) Aus der vergrösserten Abbildung einer Laus bei Thomas Muffetus, *Theatrum insectorum sive minimorum animalium.* Lond. 1634. p. 259, scheint aber hervorzugehen, dass man schon damals Linsen mit einem weit kürzeren Focus, die also auch stärker vergrösserten, benutzte. Nach der Länge von 56 Millimeter zu urtheilen, muss die Abbildung wahrscheinlich bei einer 25- bis 30maligen Vergrösserung stattgefunden haben. Dass aber kein zusammengesetztes Mikroskop, sondern nur eine einfache Linse benutzt wurde, das scheint durch eine Stelle in dem vorausgeschickten Briefe des Herausgebers Theodor de Mayerne an William Paddy bewiesen zu werden, wo nur von der Benutzung einfacher Linsen zur Untersuchung die Rede ist. Die Stelle ist auch in anderer Beziehung merkwürdig und lautet so: *Atque adeo si conspicilia ex Crystallo φακοειδῆ (quantumvis lynceis oculis in perscrutandis atomis necessaria) sumas, miraberis cataphractorum pulicum obscure rubentem habitum, cum dorso setis rigente et cruribus hispidis, et inter duas antennas prominentem tubum carnificem, amaram puellarum luem, humanae quieti in somnis praesertim inimicissimam. Pediculorum oculos prominentes cernes et cornua, crenatum corporis ambitum, totam substantiam diaphanam, per quam cordis et sanguinis tanquam in Euripo indesinenter fluctuantis motum. Patebunt tibi petulantium pediculorum cancriformium plana corpuscula, cum harpagonibus quibus, cutim humanam perpetuo inter pilos ore lancinantes, adhaerent tenacius quam Lepades affixae scropulis. Imo ipsi acari prae exiguitate indivisibiles, ex cuniculis prope aquae lacum quos foderunt in cute, acu extracti et ungui impositi, caput rubrum et pedes quibus gradiuntur, ad solem produnt.* — Dies ist gewiss das erste Mal, wo vom Klopfen des Rückengefässes und vom Blutumlaufe, bei einem Insecte durch das Mikroskop wahrgenommen, die Rede ist. Die hier erwähnten Krätzmilben waren auch noch älteren Autoren bekannt.

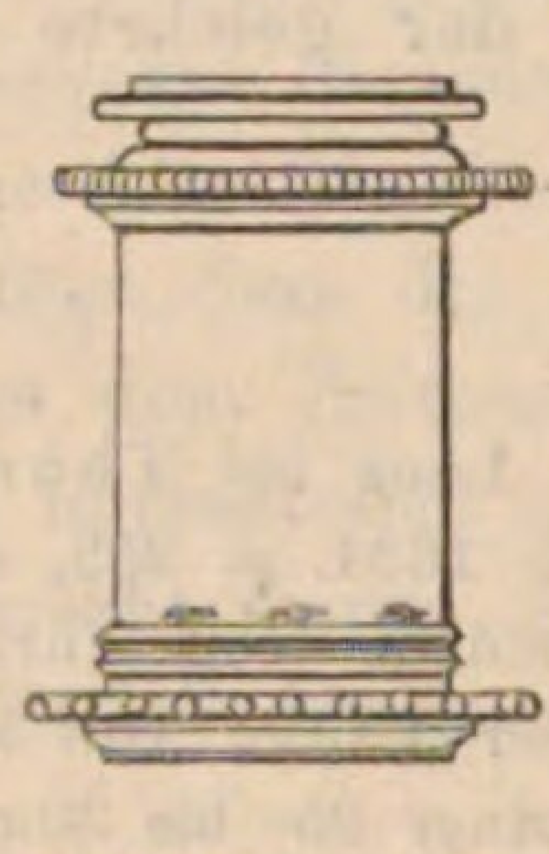
Man hatte auch Mikroskope mit einer einfachen Linse, die sich am Ende eines Rohrs befand, mit solcher Einrichtung, dass eine Scheibe, auf der sich verschiedene Objecte befanden, sich um eine Axe herumdrehte und so immer andere Objecte in den Focus der Linse brachte. Ein solches Mikroskop war das *Microscopium parastaticum* des Athanasius Kircher (*Ars magna lucis et umbrae*. Amstelod. 1671. Lib. X, Pars 3, p. 770), das sich auch bei Zahn (l. c. p. 111) abgebildet findet. Man hatte auch Mikroskope von der nämlichen Form, wie man sie noch jetzt bei Brillenverkäufern findet (Fig. 2), nämlich eine in einen Ring gefasste Linse, die auf einem mit einem Fusse versehenen Säulchen ruht; das Object aber, etwa irgend ein kleines Insect, wurde an einer Spitze befestigt, die sich hinter der Linse in deren Focus befand. Das Instrument wurde auch wohl so eingerichtet (Fig. 3), dass es aus einer kurzen gläsernen Röhre bestand, die auf einem Fusse ruhte und durch einen Deckel geschlossen wurde; im letzteren befand sich eine Linse mit ziemlich weitem Focus, durch die man die kleinen Thierchen auf dem Boden des Instrumentes betrachten konnte. Man nannte sie dann Mikroskopbüchschen, *Tombeaux ou Cimetières des petits animaux*. Bei Joblot (*Descriptions et Usages de plusieurs nouveaux microscopes*. Paris 1718) sind mehrere solche *Tombeaux* abgebildet, ebenso bei Zahn (l. c. p. 112) und in Ledermüller's *mikroskopischer Gemüths- und Augenergötzung*. Nürnberg 1761.

Fig. 2.



Altes einfaches Mikroskop.

Fig. 3.



Mikroskopbüchschen.

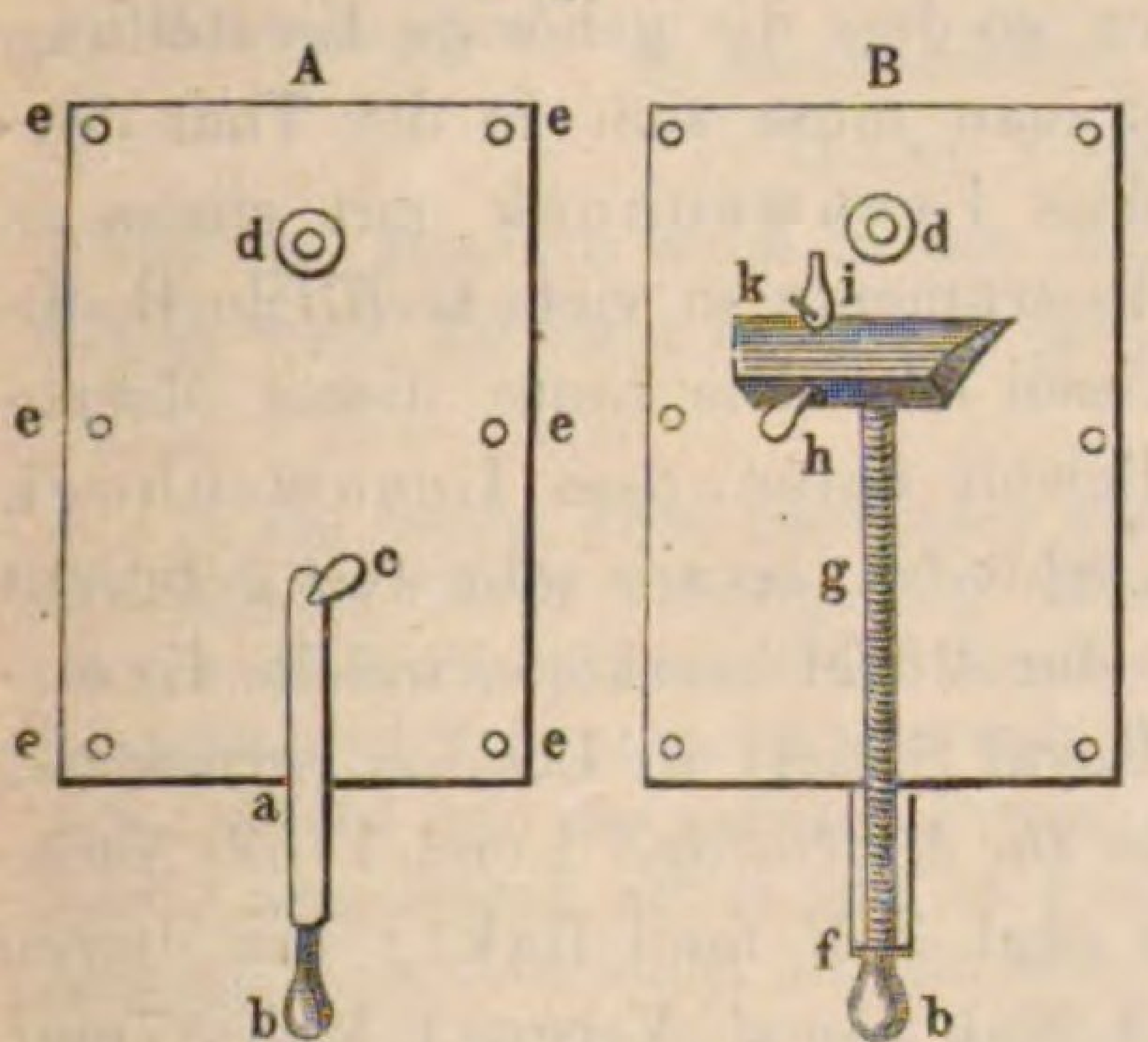
Es ist überflüssig, hier noch andere derartige Instrumente zu beschreiben. Bei Zahn kann man noch einige *Microscopia valde curiosa et ludicria* beschrieben und abgebildet finden. Es gab z. B. eins, wo man die Stadt Jerusalem durch eine Linse betrachten konnte. Es ist klar genug, dass das einfache Mikroskop in dieser Einrichtung nicht dazu geeignet war, irgend genaue Untersuchungen damit anzustellen.

18 Einer der ersten gab Anton van Leeuwenkoek dem einfachen Mikroskope eine solche Einrichtung, dass es zu wissenschaftlichen Untersuchungen benutzbar wurde. Wann er angefangen hat, Mikroskope herzustellen und damit zu beobachten, ist ungewiss; seine erste Schrift (*Phil. Transact.* VIII.) ist vom Jahre 1673, wo er schon 41 Jahr alt war. Ueber ihn ist nachzusehen: Isaac van Haastert, *Anth. van Leeuwenhoek ver-*

eerend herdacht. 1823, und H. Halbertsma, *Diss. de Leeuwenhoekii meritis.* 1843. Es ist hier nicht der Ort, auf seine Verdienste als mikroskopischer Beobachter näher einzugehen; ich beschränke mich darauf, die Einrichtung seiner Mikroskope näher zu betrachten, die von den damals gebräuchlichen sowohl wie von den jetzt gebräuchlichen abweichen. Die Linsen hat Leeuwenhoek selbst geschliffen, nicht bloss aus Glas, sondern auch aus Bergkrystall. Sie müssen sich sehr durch Reinheit und Helligkeit ausgezeichnet haben; dafür sprechen eben sowohl die Zeugnisse der Zeitgenossen (s. Folkes in den *Phil. Transact.* XXXII, p. 446), als auch viele der damit ausgeführten Beobachtungen.

Leeuwenhoek hatte eine ganz eigene Art, seine Linsen zu Mikroskopen einzurichten. Fig. 4 ist die Abbildung Baker's von einem der Mikroskope, welche Leeuwenkoek der *Royal Society* vermachte. *A* zeigt das Instrument von vorn, *B* von hinten. Die Linse befindet sich bei *d* in einem Loche zwischen zwei länglich viereckigen silbernen Platten, welche durch die kleinen Nägel *eeeeee* unter einander vereinigt sind. Mit der vorderen Platte ist ein silberner Streifen *a* durch die Schraube *c* verbunden, und der Streifen ist rechtwinkelig umgebogen, so dass er auf der anderen Seite bei *f* wieder sichtbar ist. (Vrgl. Fig. 5.) In diesem umgebogenen Theile steckt eine Schraube *g*, welche oben den kleinen Objecttisch *l* trägt. Hier befindet sich ein kleiner Stachel *i* zum Aufstecken oder zum Festkleben des Objectes, und durch eine kleine Handhabe *k* kann dieser Stachel umgedreht werden. Die Schraube *h* endlich, welche durch den kleinen Objecttisch geht und gegen die hintere Platte des ganzen Apparates anstösst, dient dazu, das Object in die gehörige Entfernung von der Linse zu stellen, wenn dasselbe durch die Schraube *g* in die erforderliche Höhe gebracht worden ist.

Fig. 4.

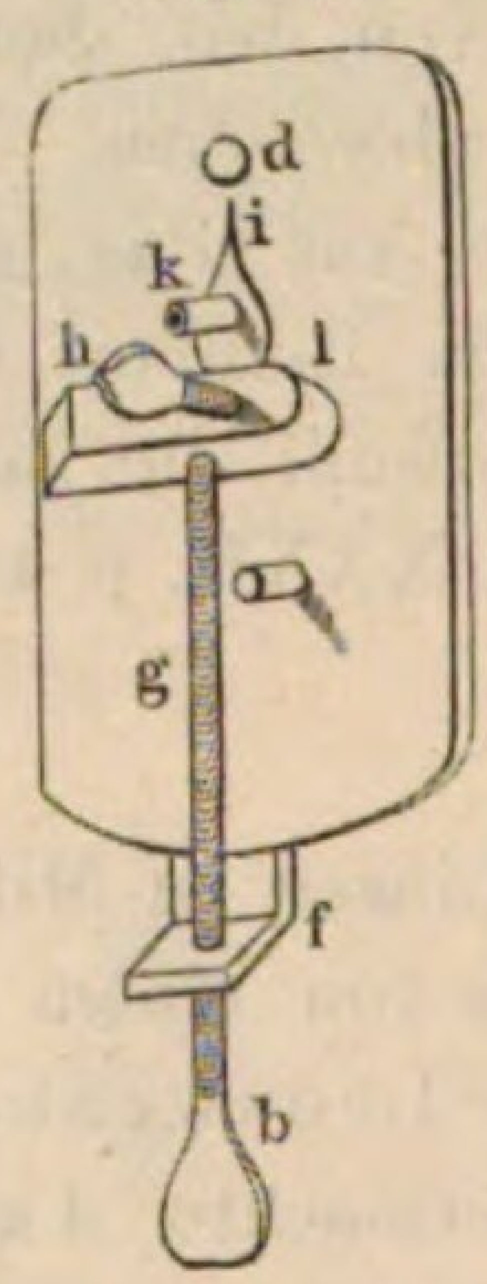


Leeuwenhoek'sches Mikroskop.

Ich habe einen solchen silbernen Leeuwenhoek bei Herrn R. T. Maitland gesehen; er hat ungefähr $^2/_3$ der Grösse des gleich zu beschreibenden messingenen Instrumentes, und stimmt ganz mit der von Baker gegebenen Beschreibung und Abbildung. Die Linse vergrössert 67 Male. Ausserdem kommen auf der silbernen Platte zwei Stempel vor, nämlich V mit einer Krone und 3. Wahrscheinlich sind dies Wahrzeichen für das Silber.

Fig. 5 ist eine aus van Haastert entlehnte Abbildung eines messingenen Leeuwenhoek'schen Mikroskopes, von der Hinterseite gesehen.

Fig. 5.



Leeuwenhoek'sches Mikroskop.

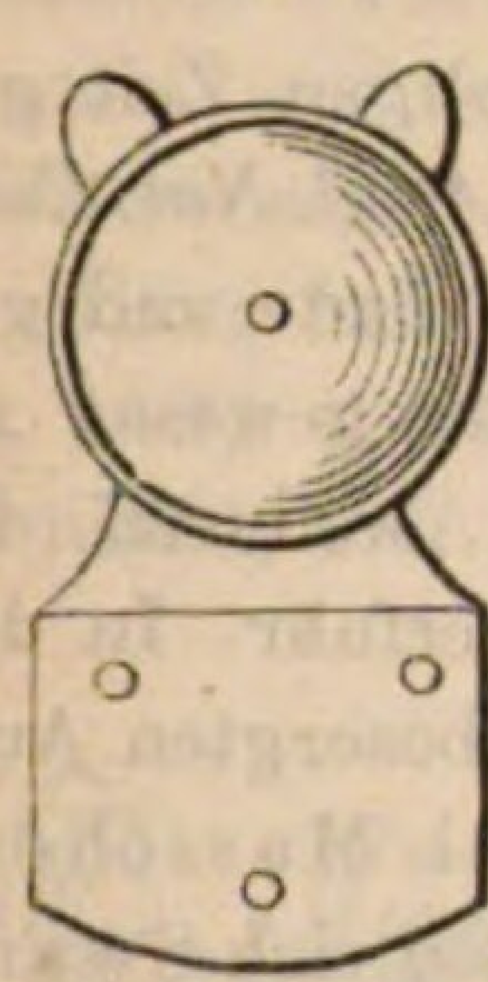
Die Zusammensetzung ist im Ganzen wie bei dem oben beschriebenen silbernen; die gleichen Buchstaben bezeichnen die nämlichen Theile.

Von der Treue dieser letztern Abbildung habe ich mich durch Vergleichung mit einem Leeuwenhoek'schen Mikroskope in dem Utrechter physikalischen Cabinette überzeugen können. Die beiden auf einander liegenden messingenen Platten sind 4,5 Centimeter lang, 2,5 Centimeter breit und grob gearbeitet. Die Schraube, welche das Object in die gehörige Entfernung von der Linse bringen soll, ist ungefähr 1 Centimeter lang und hat auf diese Strecke nur 11 Windungen, so dass die gehörige Einstellung schwer fällt, und man muss sich in der That darüber wundern, dass Leeuwenhoek mit einem so unvollkommenen Instrumente so viele treffliche Beobachtungen auszuführen im Stande gewesen ist. Die Linse dieses Mikroskopes ist freilich sehr gut und ein Beweis dafür, dass Leeuwenhoek es in der Kunst, sehr kleine Linsen zu schleifen, bereits sehr weit gebracht hatte. Sie ist biconvex, wie die Linsen der 26 Mikroskope, welche Leeuwenhoek in seinem Testamente der Royal Society in London vermachte, und von denen Baker (*Employment for the Microscope.* Lond. 1753) Nachricht giebt. Für eine Sehweite von 8 engl. Zoll fand Baker bei diesen Mikroskopen 40malige Vergrösserung 1 Mal, 53mal. Vergr. 1 Mal, 57mal. Vergr. 2 Mal, 66mal. Vergr. 3 Mal, 72mal. Vergr. 2 Mal, 80mal. Vergr. 8 Mal, 100mal. Vergr. 3 Mal, 114mal. Vergr. 1 Mal, 133mal. Vergr. 1 Mal, 160mal. Vergr. 1 Mal. Die Linse im Utrechter Cabinette übertrifft aber die Londoner Linsen bei Weitem, denn sie vergrössert 270 Mal. Bei der Prüfung mit Nobert'schen Probeplättchen (I. §. 240. 41) zeigte es sich, dass bei günstiger Beleuchtung die dritte Gruppe noch ganz gut zu unterscheiden war, ja selbst die vierte mit einiger Mühe. Das ist wahrscheinlich die äusserste Grenze des optischen Vermögens der Leeuwenhoek'schen Mikroskope.

Aus der ganzen Einrichtung ersieht man übrigens, dass das Mikroskop mittelst der Hand gegen das Licht gehalten wurde; eines Spiegels für das durchfallende Licht scheint sich Leeuwenhoek niemals bedient zu haben. Uebrigens verfertigte er auch Hohlspiegelchen (Fig. 6) mit einer Linse in der Mitte, um bei auffallendem Lichte zu beleuchten (66. *Missive aan de Koninglyke Societeit te Londen.* 12. Jan. 1689). Diese Spiegelchen haben ganz die nämliche Einrichtung, wie jene späterhin

von Lieberkühn eingeführten, dem man gewöhnlich, aber mit Unrecht, die Erfindung derselben zuschreibt*).

Fig. 6.



Leeuwenhoek's Hohlspiegel.

Mittlerweile hatten auch Andere die Unvollkom- 19
menheit der damals gebräuchlichen einfachen Mikroskope gefühlt und sie zu verbessern gestrebt. Solche angeblich verbesserte Einrichtungen sind zahlreich angegeben worden, und die meisten finden sich in der zweiten Ausgabe von Zahn's *Oculus artificialis*, so wie im *Vollständigen Lehrgebäude der ganzen Optik* von C. L. D. F. B. L. O. 1757, worin eine grosse Anzahl dieser älteren Mikroskope in chaotischer Verwirrung beschrieben ist. Hier soll nur von jenen Verbesserungen die Rede sein, wodurch das einfache Mikroskop wirklich verbessert worden ist, in optischer oder auch in mechanischer Hinsicht.

Isaac Vossius, der nicht nur ein ausgezeichneter Philolog, sondern auch in der Naturkunde ziemlich bewandert war, Verfasser von: *De lucis natura et proprietate.* Amst. 1662, sowie der *Responsio*

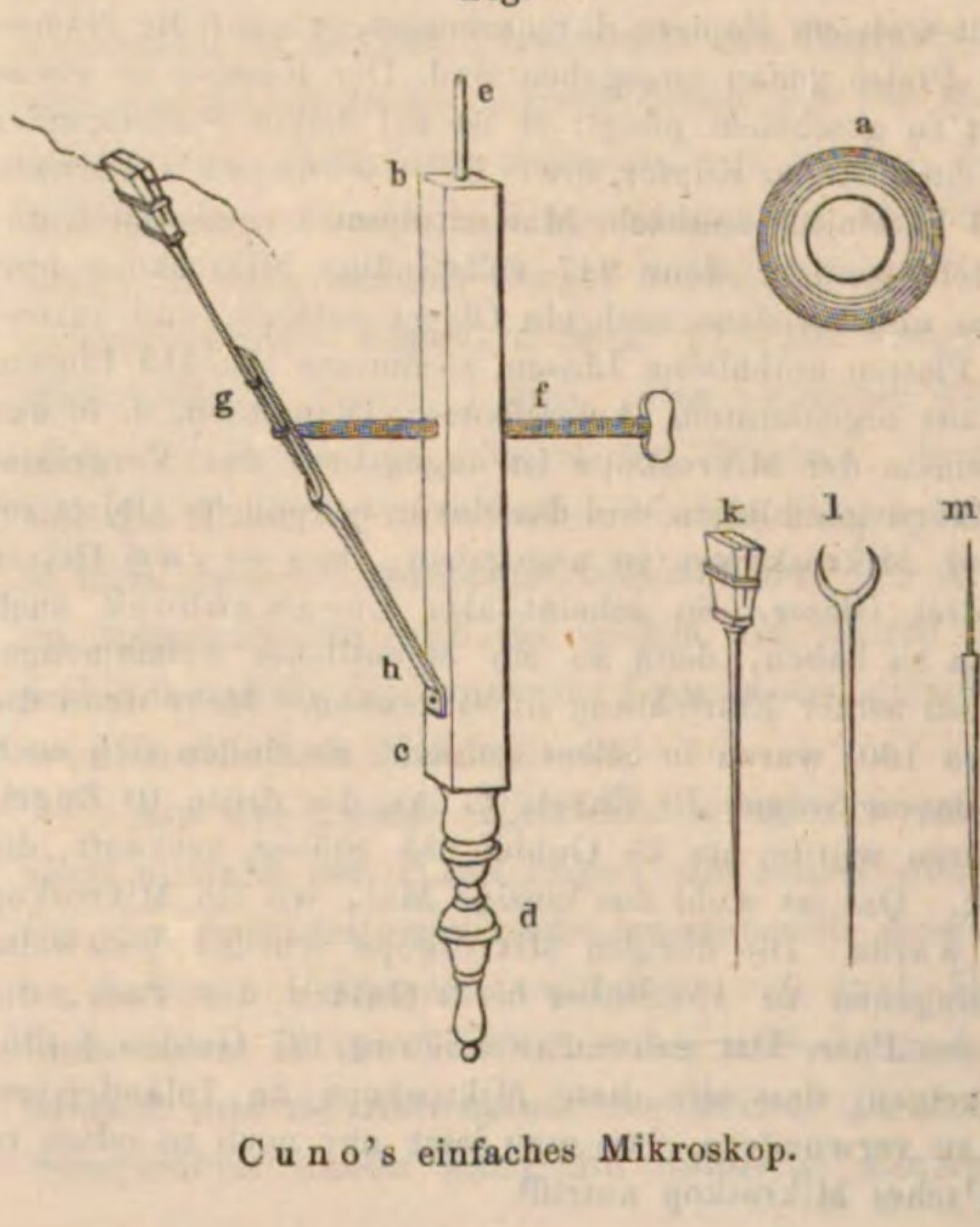
*) Ich besitze zwei Exemplare vom Auctionskataloge der Leeuwenhoek'schen Mikroskope, deren Versteigerung Montags den 29. Mai 1747 stattfand. Eins von diesen Exemplaren muss wohl der Notar oder der Auctionator bei der Versteigerung benutzt haben; es ist mit weissem Papiere durchschossen, worauf die Namen aller Käufer und die gelösten Preise genau angegeben sind. Der Katalog ist etwas besser ausgestattet, als es jetzt zu geschehen pflegt: er ist auf dickes Schreibpapier gedruckt und vorn findet sich ein hübsches Kupfer, sowie Leeuwenhoek's Portrait. Der Text ist Holländisch und Lateinisch zugleich. Man entnimmt aus diesem Kataloge, dass Leeuwenhoek nicht weniger denn 247 vollständige Mikroskope hinterliess, deren jedes eine Linse und meistens auch ein Object enthielt, und ausserdem noch 172 bloss zwischen Platten enthaltene Linsen, zusammen also 419 Linsen. Drei von diesen Linsen sind aus sogenanntem Amersfoorter Diamanten, d. h. aus Bergkrystall verfertigt. Bei einem der Mikroskope ist angegeben, das Vergrösserungsglas sei aus einem Sandkorn geschliffen, und das davor befindliche Object sei auch ein Sandkorn. Bei zwei Mikroskopen ist angegeben, dass sie zwei Gläser haben, und ein anderes hat drei Gläser. So scheint also Leeuwenhoek auch Dublets und Triplets verfertigt zu haben, denn an ein eigentliches zusammengesetztes Mikroskop kann man bei seiner Einrichtung nicht denken. Mehr denn die Hälfte dieser Mikroskope (etwa 160) waren in Silber gefasst. Es finden sich auch drei goldene darunter: zwei davon wogen 10 Engels 17 As, das dritte 10 Engels 14 As. Eins der beiden ersteren wurde um 23 Gulden 15 Stüber verkauft, die beiden anderen blieben zurück. Das ist wohl das einzige Mal, wo ein Mikroskop nach dem Gewichte verkauft wurde. Die übrigen Mikroskope wurden paarweise verkauft, und zwar die messingenen zu 15 Stüber bis 3 Gulden das Paar, die silbernen zu 2 bis 7 Gulden das Paar. Der ganze Erlös betrug 737 Gulden 3 Stüber. Die Namen der Käufer zeigen, dass alle diese Mikroskope an Inländer gekommen sind; es ist deshalb zu verwundern, dass man jetzt nur noch so selten in Holland ein Leeuwenhoek'sches Mikroskop antrifft.

ad Objectiones Jou. de Bruin et Petiti. Hag. Com. 1663, componirte ein einfaches Mikroskop aus zwei in einander verschiebbaren Röhrchen; seine Absicht dabei war, er wollte die Entfernung zwischen Linse und Object veränderlich machen (Philippus Bonannus l. c. p. 16).

Zu den berühmteren Mikroskopverfertigern der damaligen Zeit gehört ferner Samuel Musschenbroek (s. Elsholt, *Miscell. Acad. Nat. Cur.* Ann. 1678 et 1679 p. 180), der von Boerhaave als der grösste und geschickteste Meister bezeichnet wird. Er scheint der erste gewesen zu sein, der das einfache Mikroskop mit einem Fusse versah, wodurch die Benutzung des Instrumentes eine wesentliche Verbesserung erfuhr. In der Biographie Swammerdam's, welche der von Boerhaave besorgten Ausgabe der *Biblia naturae* vorausgeschickt ist, wird Samuel Musschenbroek als der Verfertiger des Mikroskopes bezeichnet, dessen sich Swammerdam bediente. Es bestand aus einem messingenen Tische, auf dem zwei Arme standen: an den einen Arm kam das zu zergliedernde Object, an dem andern wurden die Linsen befestigt. Diese Arme waren nach allen Richtungen beweglich und liessen sich höher und tiefer stellen; doch giebt Boerhaave nicht an, wie diese Bewegungen ausgeführt werden konnten.

Auch Cosmus Conrad Cuno von Augsburg ist hier zu nennen als Verfertiger mehrerer Arten einfacher Mikroskope, die man in der zweiten Ausgabe von Zahn's *Oculus artificialis* p. 795 und im *Vollst. Lehrgeb. d. ganzen Optik* S. 360, Taf. 43 beschrieben und abgebildet findet. Die zweckmässigste Einrichtung hatte das Fig. 7 dargestellte Instrument. Hier ist *bc* ein vierseitiger hölzerner Stab, unten mit einem Handgriffe *d* versehen, und oben mit einem messingenen Stifte *e*, um einen die Linse enthaltenden Ring (*a*) darauf zu stecken. Es stellt ferner *gh* einen um ein Charnier beweglichen messingenen Arm dar, mit zwei Ringen, in die man kleine Instru-

Fig. 7.

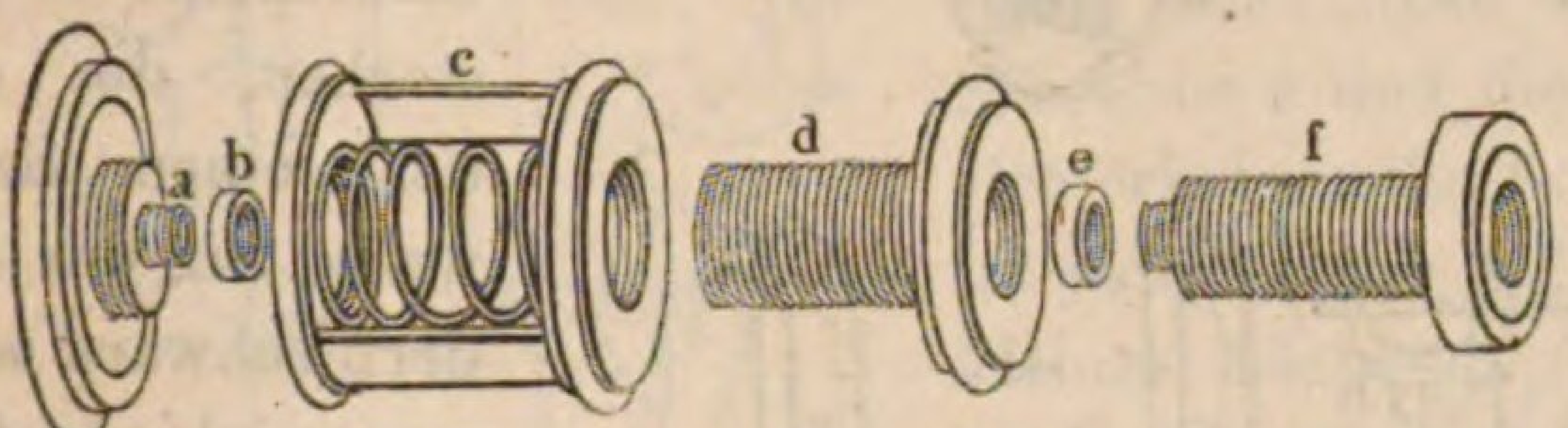


Cuno's einfaches Mikroskop.

mente zur Befestigung der Objecte steckt, namentlich einen Stachel (*m*), eine kleine Gabel (*l*), eine kleine Schieberpincette (*k*), zwischen welche kleine Glimmerlättchen eingeklemmt werden können. Die Regulirung des Abstandes zwischen der Linse und dem Objecte wird durch die Schraube *f* erzielt, wodurch der Arm *gh* dem hölzernen Stabe mehr oder weniger genähert wird.

Etwa um die nämliche Zeit gab Hartsoeker (*Essay de Dioptrique* Par. 1694. p. 175, Holländ. von Block. Amsterd. 1699. p. 166) die Beschreibung und Abbildung eines Mikroskopes (Fig. 8), welches in mancher Beziehung besser eingerichtet ist, als das Leeuwenhoek'sche. Es besteht aus einer an beiden Enden offenen Röhre *c*, mit einer Spiralfeder im Inneren, wodurch die Objecte oder die sie fassenden Schieber zwischen zwei durchbohrten kleinen Platten gefasst werden können, ganz so, wie es noch viele Jahre später gebräuchlich war. Die vergrössernde Linse steckt in einem besondern Röhrchen *b*, welches durch eine Schraube *a* in die dafür bestimmte Oeffnung befestigt wird. Das Object wird der Linse durch die Schraube *d* genähert. Zur besseren Beleuchtung ist gegenüber noch eine etwas grössere Linse *e* angebracht, deren Entfernung durch die Schraube *f* regulirt wird. Hartsoeker gebrauchte bei diesem Mikroskope verschiedene Linsen mit einem Focus von 3 bis 4 Linien bis zu $^1/_{10}$ Linie herab. Die letzteren, welche bis über 1000 Mal vergrösserten, waren ohne Zweifel keine Linsen, sondern Glaskügelchen.

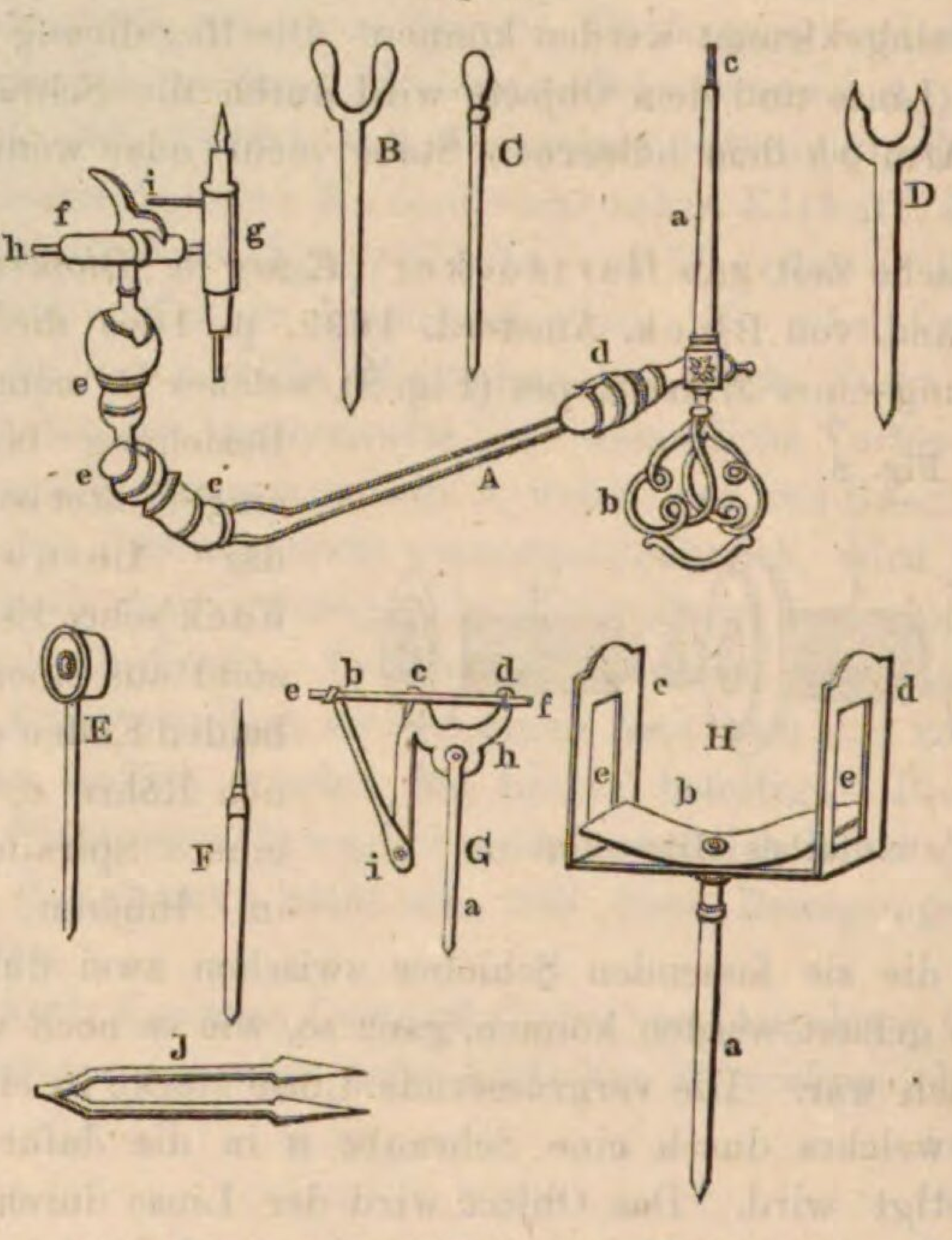
Fig. 8.



Hartsoeker's einfaches Mikroskop.

Besondere Erwähnung verdienen auch die Mikroskope des Leydener 20
Instrumentenmachers Johannes van Musschenbroek, eines Bruders des bekannten Professors Petrus van Musschenbroek, die man bei Zahn (l. c. p. 780), im *Vollst. Lehrg. d. Opt.*, S. 366 und 573, und bei Wolf (*Elementa matheseos*. 1735) beschrieben findet. Eins davon war ganz aus Messing zusammengesetzt, zum Gebrauche schwächer vergrössernder geschliffener Linsen bestimmt und im Besondern dazu eingerichtet, dass man das Object von allen Seiten sehen konnte. Musschenbroek's Mikroskop (Fig. 9 a. f. S.) hatte 6 bis 9 Linsen von verschiedener Vergrösserung und in runde Ringe gefasst. Die Linsen wurden bei *c* auf das Säulchen *a* geschraubt, welches mit dem abgeplatteten Handgriffe *b* gefasst wurde. Daran war ferner der Arm *A* befestigt, der aus mehreren Kugelgelenken *deee* bestand, wodurch Beweglichkeit nach allen

Fig. 9.

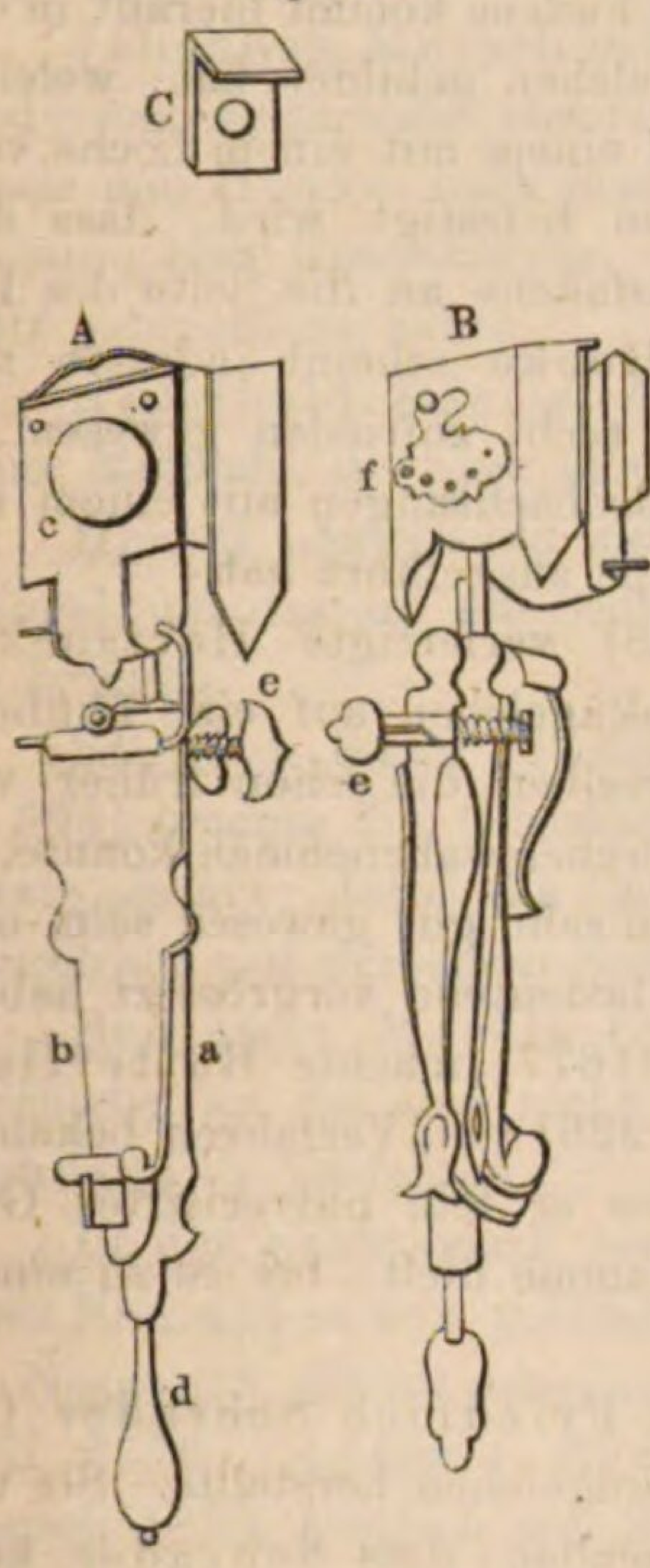


J. Musschenbroek's einfaches Mikroskop.

Seiten erzielt wurde. Das Ende dieses Armes trug eine Hülse *f* mit einem eingeklammerten Stachel *h*, an welchem noch eine zweite Hülse *g* sass. Ein Stachel *i* an dieser zweiten Hülse wurde durch einen Ring mit einer Elfenbeinscheibe gestochen, die auf der einen Seite weiss, auf der andern schwarz war, um verschiedenfarbige Objecte bei auffallendem Lichte damit betrachten zu können. In der kleinen Hülse *g* steckte noch eine andere etwas längere, die zur Aufnahme mehrerer kleiner zum Mikroskope gehöriger Nebenapparate bestimmt war: 1) der Apparat *H*, um Glastafeln und knöcherne Schieber mit aufliegenden Objecten durch die Stahlfeder *b* festklammern zu können; 2) eine in eine Spitze auslaufende Nadel *F*; 3) eine in zwei Spitzen auslaufende kleine Gabel *D*, die gleich der Nadel zum Befestigen weicher Körper, wie Insecten, Würmer u. s. w. bestimmt war; 4) ein in eine abgeflachte stumpfe Spitze auslaufendes kleines Instrument *C*; 5) ein ähnliches in zwei abgeflachte Spitzen auslaufendes Instrument *B*: beide waren dazu bestimmt, mittelst Terpentins zarte Objecte daran fest zu kleben; 6) ein Hornring *E* mit zwei Gläsern, einem concaven und einem geraden, um dazwischen lebende Thierchen zu bringen; 7) der bei *G* abgebildete Apparat mit drei kleinen Ringen von verschiedener Grösse bei *d* und mit gleichviel kleinen Häkchen bei *c*, zur Aufnahme eines gläsernen Röhrchens *ef* dienend, welches mit einer zur Untersuchung bestimmten Flüssigkeit gefüllt und durch die Stahlfeder *ib* festgehalten wurde; 8) eine Schieberpincette, wie die in Fig. 7, *k* abgebildete, sowie eine Pincette *J* zum Fassen der Objecte. Zu diesem Mikroskope gehörte also schon ein ziemlich vollständiger Satz von Hülfswerkzeugen für die Untersuchung der verschiedenen Arten von Objecten.

Ein anderes Mikroskop Musschenbroek's (Fig. 10) war ausdrücklich dazu bestimmt, die Benutzung stark vergrössernder Glaskügelchen zu erleichtern. Diese kommen nämlich zwischen zwei dünne, länglich viereckige Stückchen Messingblech *C*, und dieser kleine Apparat wird in die Oeffnung *c* des bei *A* abgebildeten Gestells geschoben. Sechs solche Glaskügelchen von verschiedener Grösse gehören zum Mikroskope. Das Gestell hat eine Handhabe *d*; die Annäherung der Linse aber wird durch die Schraube *e* und die Feder *b* bewirkt. Das Bemerkenwertheste an diesem Mikroskope ist jedoch, dass auf der Hinterseite *B* ein kleines Kästchen *f* befindlich ist, das je nach Bedarf auch weggenommen werden kann, und zum Reguliren der Beleuchtung dient, zu welchem Ende es aussen eine kleine um eine Axe bewegliche Platte mit Löchern von verschiedener Grösse hat, um je nach der Art des untersuchten Objectes mehr oder weniger Licht eintreten zu lassen. Solche bewegliche Platten hat man jetzt dem Mikroskope wieder beigefügt und als eine Erfindung von Lebaillif aufgenommen. Ein Mikroskop von Musschenbroek, welches der vorangehenden Beschreibung entspricht, befindet sich noch im physikalischen Cabinette zu Leyden.

Fig. 10.



Anderes einfaches Mikroskop von J. Musschenbroek.

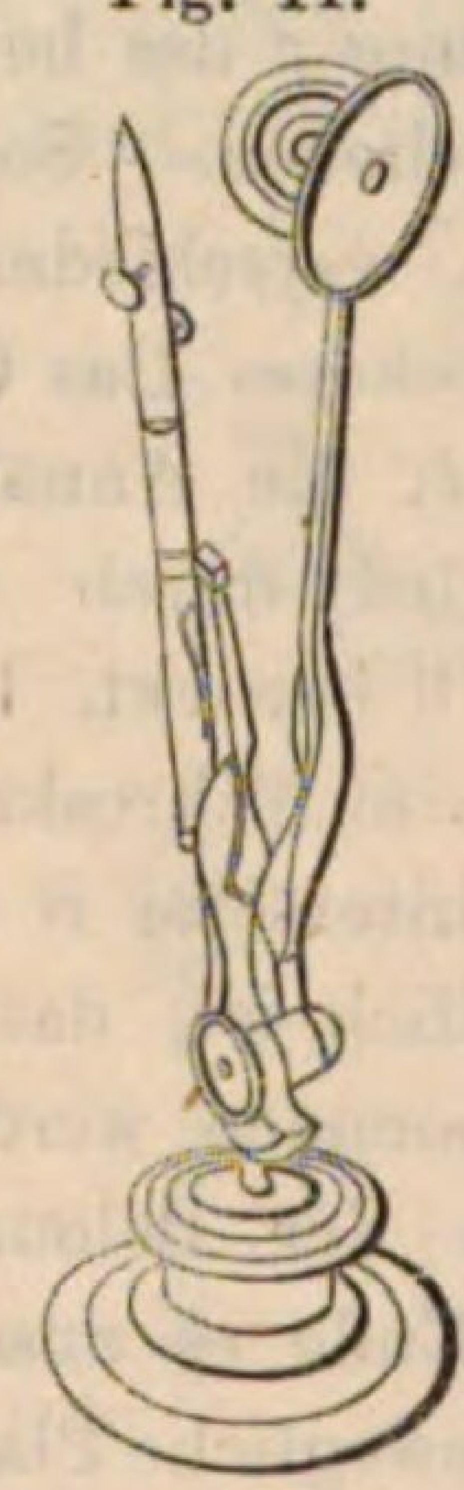
Teuber's Mikroskop, welches auch für die Benutzung kleiner Glaskügelchen bestimmt war, stimmt in vieler Hinsicht mit dem Musschenbroek'schen überein. (Kaschuben, *Cursus mathemath.* Jen. 1707, p. 379.)

Zu den in der ersten Zeit gebräuchlichen Mikroskopen rechne ich auch die sogenannten Cirkelmikroskope (Fig. 11 a. f. S.), deren Name sich darauf bezieht, dass sie die Gestalt eines Cirkels hatten, dessen einer Schenkel die Linse, der andere aber das Object trug. (*S. Vollst. Lehrgeb. der Opt.* Taf. 47, Fig. 1, und Ledermüller a. a. O. Taf. 70.) Nach Ledermüller hat Mayer in Dresden dieselben zuerst verfertigt.

In der Kunst des Linsenschleifens für Mikroskope scheint bis dahin 21
keiner den Leeuwenhoek übertroffen zu haben. Das Mühsame des Linsenschleifens war Ursache, dass man auf andere Mittel bedacht war, und statt der Linsen geschmolzene Glaskügelchen zu benutzen anfing.

Der erste, der diese versuchte, war Hooke. In der Vorrede zu seiner im Jahre 1665 herausgekommenen *Micrographia* beschreibt er sein Verfahren. Ein Glasstreifen wird in der Löthrohrflamme zu einem feinen Faden ausgezogen, und das abgebrochene Ende dieses Fadens kommt hierauf in die Flamme, bis sich ein Kügelchen gebildet hat, welches dann abgebrochen und auf einem mit einem Loche versehenen Messingtäfelchen so befestigt wird, dass der rückständige Theil des Glasfadens an die Seite des Loches zu liegen kommt. Hooke scheint indessen mit seinen Glaskügelchen nicht recht zufrieden gewesen zu sein, da er seine meisten Beobachtungen mit einem zusammengesetzten Mikroskope ausgeführt hat.

Fig. 11.



Cirkelmikroskop.

Bald nachher (1668) verfertigte Hartsoeker (*Essay de Dioptrique*) Glaskügelchen auf eine ähnliche Weise. Da er mittelst derselben die schon früher von Ham entdeckten Samenthierchen wahrnehmen konnte, so müssen seine Glaskügelchen sehr gut gewesen sein, und sicherlich müssen sie sehr bedeutend vergrössert haben.

Einige Jahre später (1677) machte Butterfield (*Philos. Transact.* 1677. p. 226) sein Verfahren bekannt, welches darin bestand, dass er fein pulverisirtes Glas an der Spitze einer Nadel in die Weingeistflamme hielt, bis es zu einem Kügelchen zusammengeschmolzen war *).

Zahn beschreibt auch die Methode, wie Friedrich Schrader (*De microscopiorum usu.* Gotting. 1681) die Glaskügelchen herstellte. Sie unterscheidet sich nur darin von der vorhergehenden, dass Schrader kein Glaspulver nahm, sondern ein Stückchen Glas, das er mittelst einer Flüssigkeit an die Spitze einer Nadel brachte und in die Löthrohrflamme hielt.

Philippus Bonannus (*Micrographia curiosa* p. 18) theilt eine Geschichte von de Monconny (*Journ. des Voyages* II, p. 161) mit. Dieser erzählt nämlich, in Amsterdam habe er bei de Hudd (wahrscheinlich kein Anderer, als der Amsterdamer Bürgermeister Hudde) ein Mikroskop gesehen; dasselbe habe aus einer einzelnen vergrössernden Linse bestanden, aber eine zweite grössere Linse sei noch zur stärkeren Beleuch-

*) Nach Philippus Bonannus hat Butterfield auch noch ein besonderes Schriftchen darüber französisch herausgegeben. Aus dem Briefe an die *Royal Society* ersieht man, dass Butterfield dadurch auf seine Methode gekommen war, weil er ein mit einem Glaskügelchen versehenes Mikroskop sah, welches Huygens aus Holland mitgebracht hatte. Huygens giebt das Nämliche in einem Briefe an die Pariser Akademie an (*Mém. de l'Acad.* XI, p. 608); der Name des Verfertigers wird hier aber nicht genannt. In Huygens' *Dioptrik* (*Opera reliqua* II, p. 173) wird zur Anfertigung eine Methode empfohlen, die ganz mit jener von Hudde übereinstimmt. Somit erscheint es wahrscheinlich, dass jenes Mikroskop, welches Huygens mit nach Paris brachte, von Hudde stammte.

tung hinter dem Objecte angebracht gewesen. Er erzählt dann weiter, dass ihm de Hudd die Methode gezeigt habe, wodurch man stark vergrössernde Glaskügelchen gewinnt. Nach der Beschreibung war dies aber keine andere als die Schrader'sche*).

Johannes Musschenbroek, von dessen Mikroskopen schon die Rede war, verfertigte ebenfalls solche Glaskügelchen ganz nach der Methode von Hooke; nach dem Zeugnisse von Zeitgenossen (Hertel's *Anweisung zum Glasschleifen.* Halle 1716. S. 71) scheint er es darin sehr weit gebracht zu haben.

Archibald Adams (*Philos. Transact.* 1710. p. 24) beschrieb 1710 seine Methode, die aber keine andere ist, als die von Hooke.

Hertel (*Anweisung zum Glasschleifen.* S. 72) benutzte einen Brennspiegel, um das auf ein Stück Holzkohle gelegte Glasstückchen in Fluss zu bringen.

Stephen Grey (*Philos. Transact.* Nr. 221. *Smith*, *Opticks* II. p. 394) brachte die Glasstückchen ebenfalls auf eine Holzkohle; er versetzte sie aber durch die Löthrohrflamme in Fluss, und schliff dann die Kügelchen auf der einen Seite gerade.

Benjamin Martin (*System of Opticks.* 1740. p. 180) giebt zwei Methoden an, die aber nicht wesentlich abweichen von Hooke's und von Schrader's Verfahren.

In der Kunst, stark vergrössernde Glaskügelchen herzustellen, hat es aber Niemand so weit gebracht, als Pater Giovanni Maria della Torre in Neapel (S. *Nuove osservazioni microscopiche.* Con. 14 Tav. in 4. Napoli 1776. *Antonio Barba*, *Osservazioni microscopiche sul cervello.* Napoli 1819. Deutsch von Schönberg. Würzb. 1829. Barba gebrauchte bei seinen Unsersuchungen nur Glaskügelchen, die er nach der Methode seines Lehrers della Torre anfertigte). Er schmolz ein Glaskügelchen in ähnlicher Weise, wie Hooke, aus einem Glasfaden und brachte es in eine muldenförmige Höhle in einem Stückchen Tripel, worin das Kügelchen noch einmal durch die Löthrohrflamme geschmolzen wurde. Seine Glaskügelchen vergrösserten ungemein stark. Im Jahre 1765 erhielt die *Royal Society* in London mehrere: das grösste hatte $^1/_{36}$ Zoll Durchmesser und gab eine 640fache Vergrösserung; das kleinste hatte nur $^1/_{144}$ Zoll Durchmesser und gab eine 2560fache Vergrösserung. Baker untersuchte diese Kügelchen und erklärte, er könne nichts dadurch sehen. Manche Beobachtungen della Torre's beweisen aber, dass diese Kügelchen durchaus nicht so unbrauchbar gewesen sein können, als Baker angiebt. Auch rühmt Lalande die della Torre'schen Mikroskope, die er

*) C. Beudeker (*Aanteekeningen op de Lustplaats Soelen* p. 39) nennt Johannes Hudde den Erfinder der kleinen Vergrösserungsgläser. Aus dem Mitgetheilten erhellt, in welchem Sinne diese Angabe zu verstehen ist.

auf seiner italienischen Reise sah, gar sehr. (S. *Montucla*, *Hist. des Mathématiques.* III, p. 511.)

Später hat Sivright (*Edinb. philos. Journ.* 1829. I, p. 81) ihre Herstellung wesentlich dadurch verbessert, dass er in ein Stückchen Platinblech ein kleines Loch macht, ein kleines Stückchen Glas darauf legt und in die Löthrohrflamme hält, wo es eine runde Form bekommt.

Einige Jahre später empfahl Crooke wieder eine neue Methode: Glasstückchen werden nämlich auf einer vorher mit Kreide bestrichenen Eisenplatte über Kohlen geschmolzen.

Chevalier (*Die Mikroskope* u. s. w. S. 30) theilt auch das Verfahren von Laligant mit, welches ganz mit dem von Hooke übereinstimmt. Dasselbe ist der Fall mit der früher von Nicholson (Gilbert's *Annalen* 1800. IV, S. 252) empfohlenen Methode.

Nach einer Mittheilung Gaudin's im Jahre 1850 (*Comptes rendus.* XXX, p. 141) hat derselbe schon zehn Jahre früher der französischen Akademie geschmolzene Linsen angeboten, die 50 bis 400 Mal vergrösserten, und aus Kronglas und Bergkrystall bestehen sollten. Er erwähnt aber nichts darüber, wie er den Bergkrystall zum Flusse bringt.

Endlich habe ich selbst viele Jahre hindurch ein Mikroskop benutzt, dessen stärkere Vergrösserungsgläser aus solchen Kügelchen bestanden; diese wurden auf eine Weise hergestellt, die als eine Vereinigung der Methoden von Hooke und von Sivright zu betrachten ist (*Bulletin des Sc. phys. et nat. en Neerlande* 1839. p. 370).

Bei der grossen Vervollkommnung des zusammengesetzten Mikroskopes in den letzten Jahren, und da gegenwärtig ganz brauchbare Mikroskope um einen verhältnissmässig geringen Preis zu haben sind, werden solche kleine Glaskügelchen statt Linsen wohl nur noch selten beim einfachen Mikroskope gebraucht werden. Indessen kommen doch noch Fälle vor, wo man sie mit Vortheil verwendet, z. B. zur Erzeugung sehr kleiner dioptrischer Bildchen. Ich glaube daher nichts Ueberflüssiges zu thun, wenn ich hier angebe, wie sie nach meiner Erfahrung am besten hergestellt werden.

Dazu sind folgende Dinge erforderlich: 1) zwei oder drei Millimeter breite Streifen von gewöhnlichem Fensterglas oder auch von dünnem Spiegelglas; 2) Platinblech von der Dicke, wie es zu chemischen Untersuchungen benutzt zu werden pflegt; 3) eine gewöhnliche Spirituslampe; 4) zwei Pincetten, eine kleinere und feinere, um die Glaskügelchen damit zu fassen, eine gröbere, um die Stückchen Platinblech damit zu halten; 5) ein kleiner flacher Hammer; 6) einige gewöhnliche Nähnadeln von verschiedener Feinheit; 7) eine Platte aus Kork oder weichem Holz; 8) eine ebene Bleiplatte; 9) ein kleines Pappschächtelchen, aus dessen Deckel der Boden entfernt und durch einen andern aus dünnem Papier ersetzt wurde; 10) eine Scheere.

Das Erste ist, dass man aus Platinblech ein Paar runde oder viereckige Stückchen ausschneidet, etwa von drei bis vier Millimeter Durchmesser. Man legt dieselben auf die Kork- oder Holzplatte, und mit einer Nadel bohrt man in die Mitte eines jeden ein kleines Loch. Die Grösse dieser Oeffnung muss sich natürlich nach der Grösse des Kügelchens richten, welches hineingeschmolzen werden soll; man rechnet auf die Oeffnung etwa $^3/_4$ der Grösse des Kügelchens. Beim Bohren wird das kleine Platinblech etwas gewölbt und es bekommt einen Rand; deshalb legt man es nach dem Durchbohren auf die Bleiplatte, und verschafft ihm durch ein Paar Schläge mit dem kleinen Hammer wiederum das geradflächige Aussehen.

Jetzt werden die Glasstreifen zu Fäden ausgezogen. Nimmt man so dünne Streifen, als empfohlen worden ist, so ist die Flamme einer gewöhnlichen Spirituslampe dazu ganz ausreichend; ja diese verdient vor der Löthrohrflamme noch den Vorzug, weil sie keinen Russ giebt. Die Dicke der Fäden ist wieder vom Durchmesser der Kügelchen abhängig, die man anfertigen will.

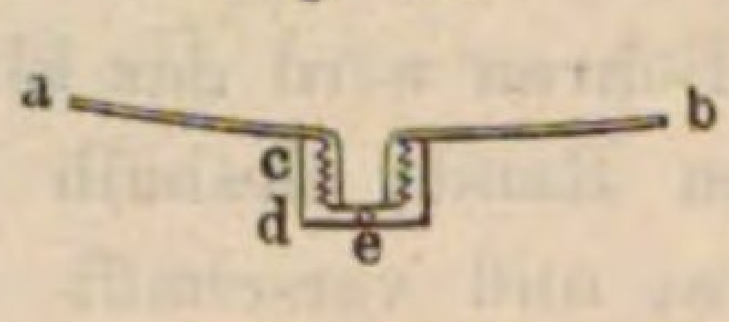
Hält man das eine Ende eines solchen Glasfadens in die Flamme, so bildet sich bald ein Kügelchen daran. Damit man nicht genöthigt ist, dasselbe mit den Fingern zu fassen, was man, um die Glasoberfläche rein zu behalten, möglichst zu vermeiden sucht, so sticht man in den Papierboden des Deckels des Pappschächtelchens ein kleines Loch, steckt das freie Ende des Glasfadens hinein und zieht denselben heraus, bis das Kügelchen von unten an das Papier anstösst. Jetzt kneipt man auf der andern Seite des Deckels den Glasfaden durch, und das Glaskügelchen, mit einem kleinen Anhange versehen, fällt in das Pappschächtelchen.

Hierauf wird das durchbohrte Platinblech mit der grösseren Pincette gefasst, und mit der feinen Pincette, oder bei den allerkleinsten mit der angefeuchteten Spitze einer Nadel bringt man das Kügelchen in die Oeffnung, so dass der noch daran sitzende kleine Anhang schief zur Seite dieser Oeffnung kommt. Auf die Oberfläche des Bleches darf der kleine Anhang nicht kommen, weil in solchem Falle das Kügelchen selten die gehörige Form annimmt. Hat man es mit sehr kleinen Kügelchen zu thun, so muss dieser Theil der Arbeit unter der Lupe ausgeführt werden.

Zuletzt wird das Platinblättchen mit dem in der Oeffnung liegenden Glaskügelchen in die Spiritusflamme gehalten, und zwar dahin, wo diese die grösste Hitze entwickelt, nämlich über die Spitze des inneren Kegels. Hier verschwindet der noch vorhandene Anhang des Kügelchens alsbald, indem er mit der übrigen Masse zusammenschmilzt, und dabei legt sich das Glaskügelchen an die stets vorhandenen Unebenheiten der Ränder der Oeffnung, so dass das Kügelchen gehörig befestigt wird. Nur die grösseren Glaskügelchen, die etwa über ein Millimeter Durchmesser ha-

ben, fallen nach der Abkühlung, weil sich das Glas zusammenzieht, meistens aus dem Platinbleche; diese müssen daher ganz frei, d. h. in der Weise gewöhnlicher Linsen, in den zu ihrer Aufnahme dienenden Messingröhrchen befestigt werden. Die passendste Form für diese Röhrchen ist die, welche Fig. 12 im Durchschnitte dargestellt ist. Hier ist *c* ein durchbohrter kleiner Messingcylinder, etwa 3 Millimeter lang, und oben mit einer etwas ausgehöhlten Scheibe *ab* von 20 Millim. Durchmesser versehen. Um den kleinen Cylinder wird eine Hülse *d* geschraubt, die bei *e* eine Oeffnung für das Glaskügelchen hat.

Fig. 12.



Röhrchen für Glaskügelchen.

Natürlich kommen unter den zubereiteten Glaskügelchen immer solche vor, die sich bei der Untersuchung als unbrauchbar erweisen. Es ist deshalb räthlich, mehrere von ziemlich gleicher Grösse anzufertigen und die besten davon auszuwählen, was auch nicht viel Zeit kostet. Bei einiger Uebung kann man ein Dutzend solcher Glaskügelchen in einer Stunde anfertigen und es reichen also ein Paar Stunden hin, um einen ganzen Satz von Vergrösserungen von 80 bis zu 2000 Mal zu bekommen. Das stärkste Kügelchen, das ich angefertigt habe, vergrössert 2200 Mal im Durchmesser. Dergleichen sind aber wegen des sehr kurzen Focus als Mikroskop kaum brauchbar; man reicht vollkommen mit jenen aus, die höchstens 800 bis 900 Mal vergrössern. Auch ist zu erwähnen, dass gerade die Kügelchen, welche 300 bis 900 Mal vergrössern, das netteste Bild geben und in dieser Beziehung manchmal selbst gewöhnliche geschliffene Linsen von gleicher Vergrösserung auffallend übertreffen, was sich wohl nur so erklären lässt, dass die Kügelchen während der Schmelzung ellipsoidische oder hyperbolische Flächen bekommen, wodurch ihre sphärische Aberration abnimmt.

Versuche, die ich im Jahre 1849 mit mehreren dieser Kügelchen an Nobert'schen*) Probetäfelchen anstellte, ergaben folgende Resultate:

178malige Vergrösserung; die 4. Gruppe sehr deutlich hervortretend, in der 5. die meisten Striche erkennbar.

*) Diese Versuche und die weiterhin vorkommenden, falls nicht das Gegentheil ausdrücklich angegeben ist, wurden seiner Zeit mit einem der ersten Probetäfelchen Nobert's mit zehn Gruppen von Linien angestellt; dasselbe ist von dessen späteren Täfelchen mit ebenfalls zehn Gruppen verschieden. Da es für den hier vorliegenden Zweck durchaus nicht nöthig war, diese Beobachtungen aus dem Jahre 1849 mit späteren Probetäfelchen zu wiederholen, so soll hier nur ein für alle Mal diese Bemerkung stehen, damit nicht der Leser die Nummern der sich darstellenden Gruppen auf die späteren Nobert'schen Täfelchen beziehe, wo die Linien der höheren Gruppen weiter von einander abstehen und deshalb auch leichter von einander zu unterscheiden sind.

453malige Vergrösserung;	die 6. Gruppe deutlich hervortretend,	die 7.	gestreift;
712 „ „	„ 7. „		eben hervortretend;
920 „ „	„ 7. „		deutlich hervortretend.

Vergleicht man diese Resultate mit jenen, welche man bei der Prüfung der besten neueren aplanatischen Mikroskope erhält, so ergiebt sich, dass diese Glaskügelchen ihnen im Unterscheidungsvermögen schon sehr nahe kommen, und dass sie wenigstens die früheren zusammengesetzten Mikroskope in dieser Hinsicht bei weitem übertreffen.

Kehren wir nun zur Geschichte des einfachen Mikroskopes zurück, 22
so haben wir gesehen, dass während der letzten Hälfte des 17. Jahrhunderts allmälig einige Verbesserungen an demselben ausgeführt wurden, die namentlich dahin zielten, den Abstand zwischen Linse und Object veränderlich zu machen, und dass man auch bereits eine zweite Linse zur Verstärkung des Lichtes zu benutzen anfing. Meistens jedoch wurden die einfachen Mikroskope noch mit der Hand gefasst und gegen das Tages- oder Kerzenlicht gehalten, und diese Einrichtung erhielt sich auch vielfältig noch in den ersten Jahren des 18. Jahrhunderts.

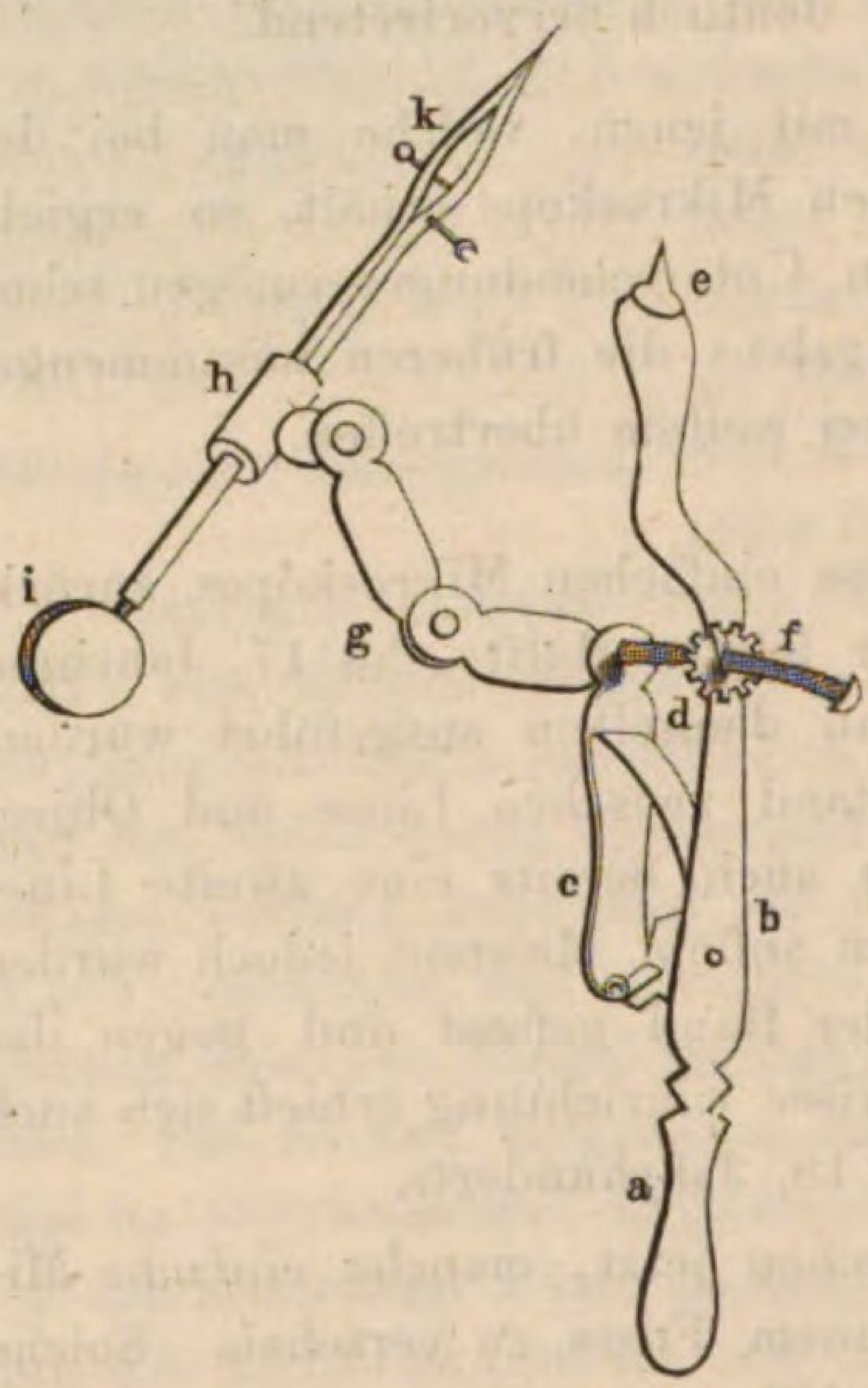
Man begann aber allerdings auch schon jetzt, manche einfache Mikroskope zu bestimmten Zwecken mit einem Fusse zu versehen. Solche Einrichtung hatte das bereits erwähnte Mikroskop, dessen sich Swammerdam bei der Insectenzergliederung bediente, und das von Samuel Musschenbroek verfertigt worden war.

Ebenso beschrieb 1702 der Engländer Wilson (*Philos. Transact.* 1702, p. 1241) zwei Arten einfacher Mikroskope, von denen er angiebt, dass sie auch mit einem Fusse versehen werden könnten, falls man die damit betrachteten Objecte zu zeichnen wünsche. Eine nähere Beschreibung oder Abbildung gab er aber nicht; er bemerkte bloss, die Einrichtung sei der Art, dass das Mikroskop bequem nach dem Lichte gewendet werden könnte. Zu beiden Mikroskopen gehörte das nämliche System von Linsen, acht an der Zahl.

Das eine Mikroskop von Wilson (Fig. 13 a. f. S.) besteht aus zwei länglichen Messingplatten *b* und *c*, die durch ein Charnier vereinigt sind und eine Feder *d* zwischen sich haben. Mittelst der gebogenen Schraube *f* können die beiden Platten einander genähert werden. Auf das zugespitzte Ende *e* der einen Platte kommt das die Linse enthaltende Röhrchen. Mit der andern Platte steht ein aus mehreren Gliedern bestehender Querarm *g* in Verbindung, mit einer Hülse *h* am Ende, worin sich ein Draht auf- und niederschiebt, der auf der einen Seite in eine Kneipzange *k* ausgeht, auf der andern Seite dagegen eine kleine elfenbeinerne Scheibe mit einer schwarzen und einer weissen Fläche hat.

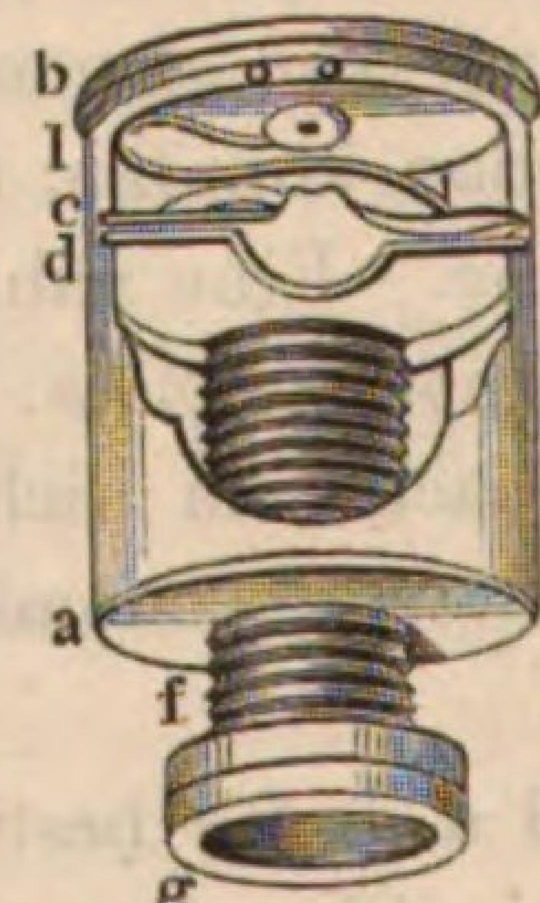
Ein zweites Mikroskop von Wilson (Fig. 14) ist dasjenige, welches er zuerst 1702 beschrieb. Der Körper *ab* ist aus Elfenbein, aus Messing oder aus Silber, cylinderförmig, etwa zwei Zoll lang und einen Zoll breit. Oben bei *b* werden die Röhrchen mit den Linsen aufgeschraubt, unten aber der hohle Cylinder *f* mit der Beleuchtungslinie *g*, der sich durch Schrauben höher und niedriger stellen lässt. In dem Rohre befinden sich lose drei in der Mitte durchbrochene Platten, von denen die Platte *d* halbkreisförmig ausgebogen ist, um mit Flüssigkeit gefüllte Röhrchen aufzunehmen; die beiden anderen aber sind platt, um Glastäfelchen und Schieber dazwischen zu befestigen. Diese ringförmigen Platten stossen auf der einen Seite an die Feder *l*, auf der andern an die Schraube *f*, welche dazu bestimmt ist, das Object der Linse zu nähern. — Man sieht, dass dieses Mikroskop fast ganz mit demjenigen übereinstimmt, welches etwa 20 Jahre früher von Hartsoeker beschrieben worden war.

Fig. 13.



Wilson's Mikroskop.

Fig. 14.

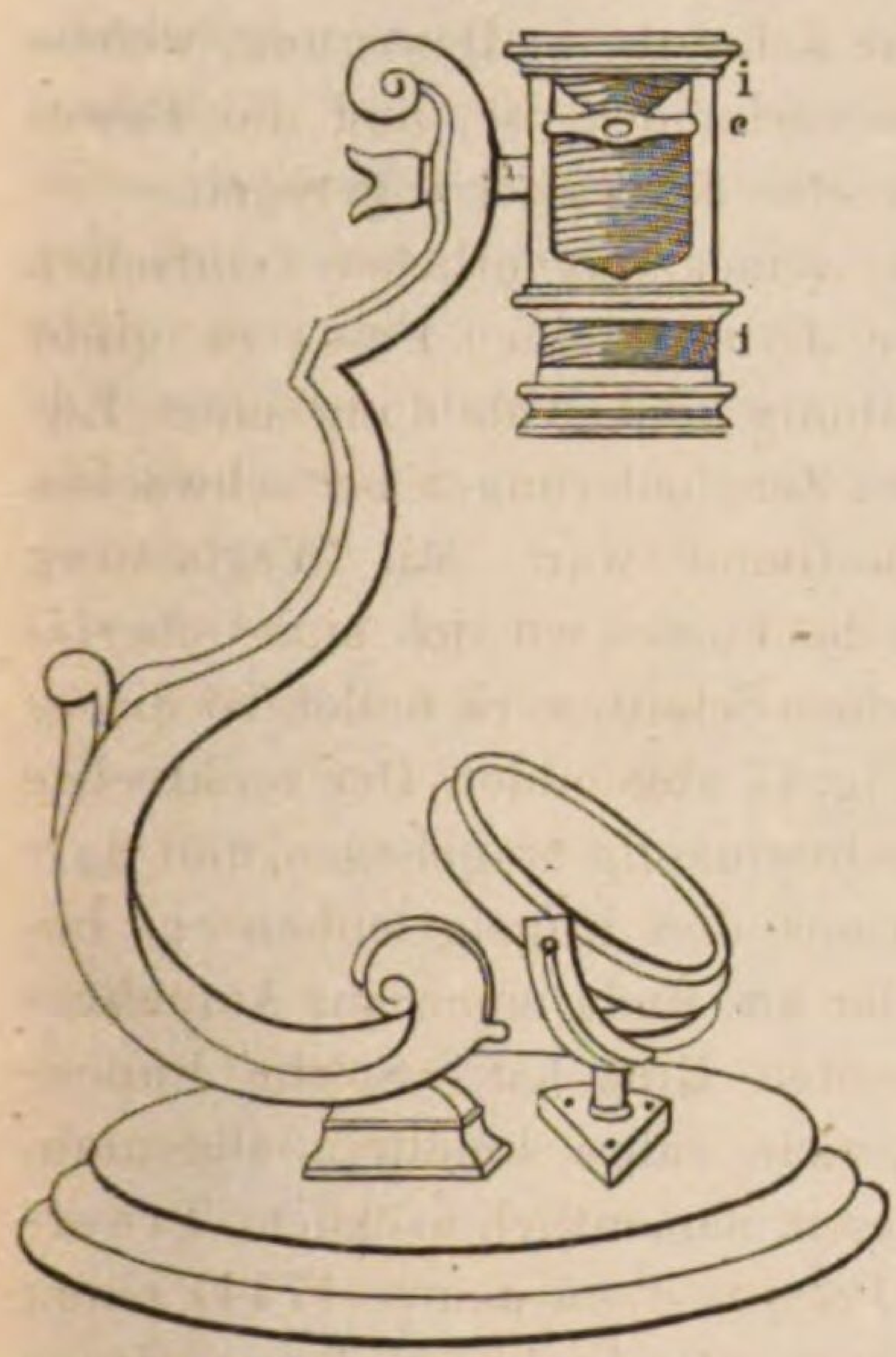


Wilson's zweites Mikroskop.

Die spätere Form, welche Wilson dem Instrumente gab, und in der es unter dem Namen Wilson's Taschenmikroskop länger als ein halbes Jahrhundert sehr allgemein in Gebrauch kam, stimmt noch mehr mit dem Instrumente von Hartsoeker, da er es auch noch mit einer mehrfach gewundenen Spiralfeder *i* (Fig. 15) versah. Um es bequemer halten zu können, wurde noch ein besonderer Handgriff hinzugefügt. Erst um 1740 oder etwas später versah Wilson sein Mikroskop mit einem beweglichen Spiegel, wie es in Fig. 15 dargestellt ist; wenigstens wird in Baker's *Microscope made easy*, welches 1744 herauskam, der hinzugekommene Spiegel als eine ganz neue Erfindung bezeichnet. Wir werden aber später sehen, dass derselbe schon beim zusam-

mengesetzten Mikroskope von Hertel angebracht worden war. Etwa um die nämliche Zeit kam Wilson's Mikroskop auch auf einen bleibenden Fuss, den man dann allgemein bei anderen einfachen Mikroskopen zu benutzen anfing. Dahin gehört z. B. das Mikroskop von Milchmeyer (Ledermüller's *Augenergötzungen* IV, S. 46, Tafel I), welches übrigens von einem der Mikroskope des Joh. Musschenbroek sich nur wenig unterscheidet, und ebenso das Mikroskop von Gleichen's (Ledermüller's *Augenergötzungen* III, Tafel XII), welches nichts anderes ist als ein verbessertes Cirkelmikroskop mit einem darunter angebrachten Spiegel.

Fig. 15.



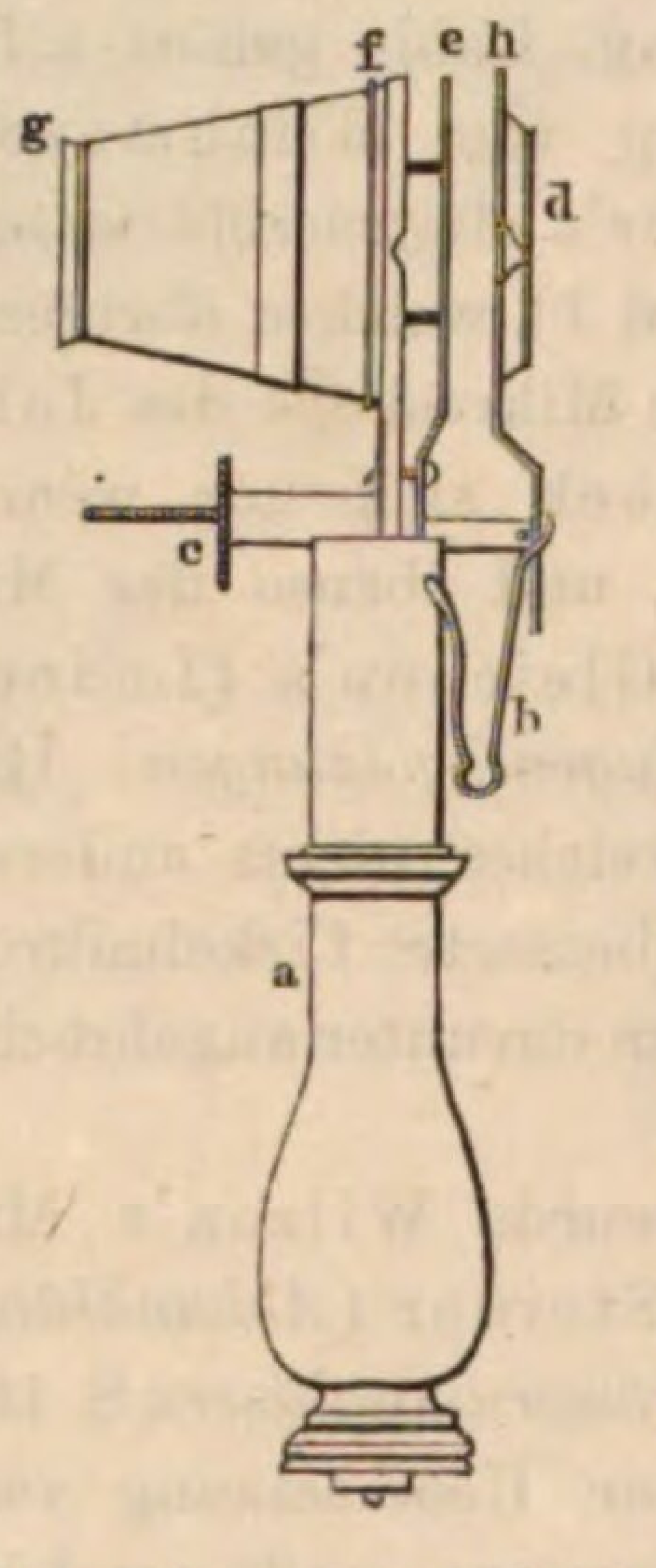
Wilson's drittes Mikroskop mit dem Spiegel.

Später wurde Wilson's Mikroskop von Steiner (*Abhandlung von den Vergrösserungsgläsern* S. 13, im Anhang zur Uebersetzung von Baker's *Microscope made easy*) in der Art abgeändert, dass drei Röhrchen, welche die Linsen enthalten, zusammen auf einer Platte befestigt waren, und sich um eine ausserhalb des Mikroskopes befindliche Achse drehen liessen, so dass nach Willkür eine der Linsen über das Object gebracht werden konnte.

In Frankreich hatte in den ersten Jahren des 18. Jahrhunderts L. 23
Joblot, Professor an der *Académie royale de Peinture et Sculpture*, einen grossen Namen als Verfertiger von mancherlei Mikroskopen. Ausführliche Beschreibungen mit vielen Abbildungen finden sich in seiner Schrift: *Descriptions et Usages de plusieurs nouveaux Microscopes* etc. Paris 1718. Alle seine Mikroskope zeichneten sich durch zierliche, nette Form aus; irgend erhebliche Verbesserungen kamen aber daran nicht vor. Ein einfaches Mikroskop von Joblot ist in Fig. 16 (a. f. S.) abgebildet. Mit dem Handgriffe *a* ist zunächst die Messingplatte *h* verbunden, die eine Oeffnung hat, um das die Linse umfassende Röhrchen *d* hineinzuschrauben; sodann steht auch noch eine zweite Messingplatte *f* mit dem Handgriffe in Verbindung, die als Objecttisch dient und deshalb in der Mitte durchbohrt ist. Das Glastäfelchen oder der Schieber mit den Objecten wird durch die dünnere Platte *e*, welche als Feder wirkt, auf der Platte *f* be-

festigt. Die nach vorn offene Kapsel *fg* aus Ebenholz hat den Zweck, das überflüssige Licht abzuhalten. Die Annäherung des Objectes und der Linse wird durch den geränderten Kopf *c* bewirkt; derselbe setzt eine Schraube in Bewegung, welche mit der Platte *h* verbunden ist, und die Bewegung wird durch eine Stahlfeder *b* geregelt.

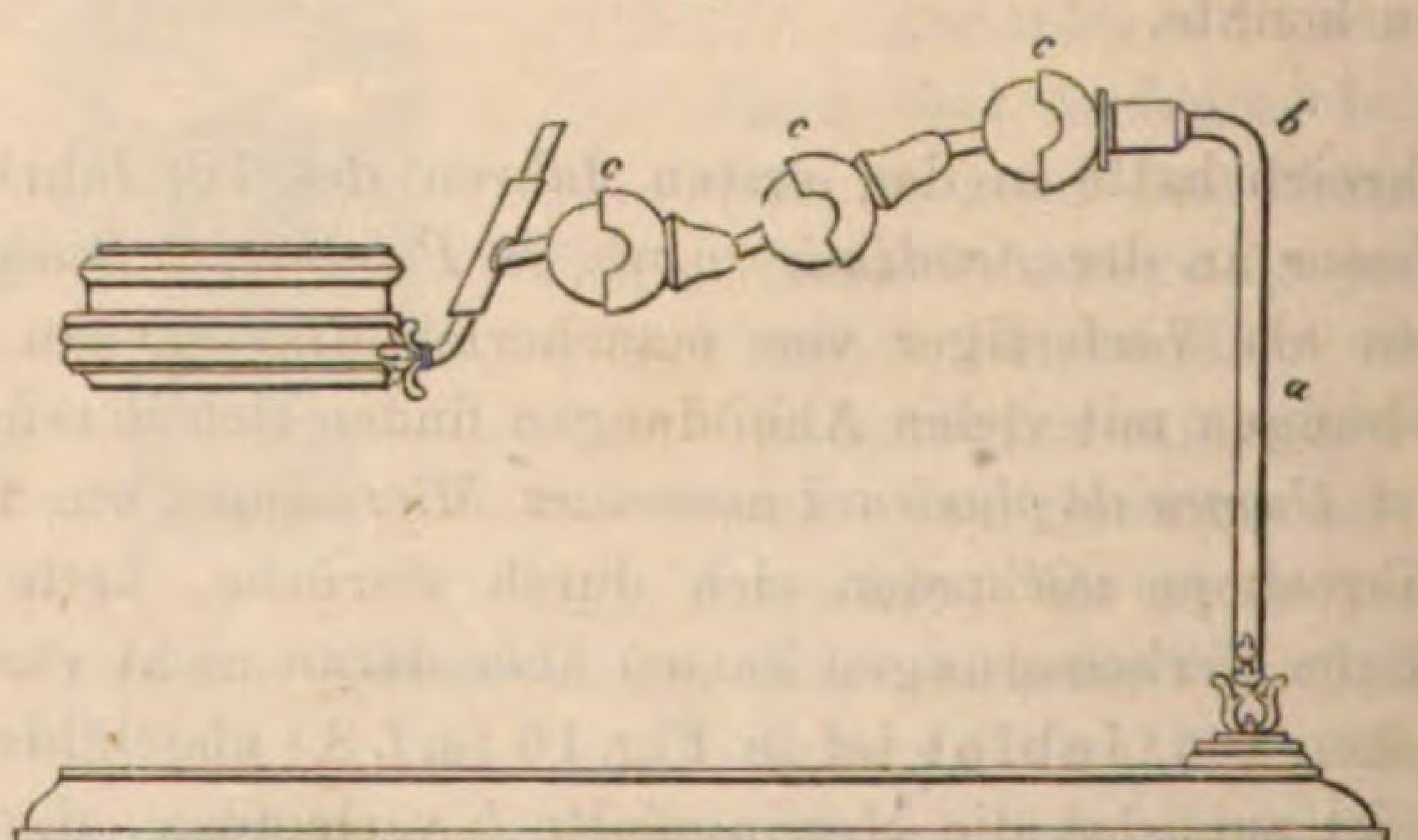
Fig. 16.



Mikroskop von Joblot.

An keinem seiner eigentlichen einfachen Mikroskope hatte Joblot einen Fuss; er giebt aber die Beschreibung und Abbildung eines Lupenträgers, der zu Zergliederungen bei schwacher Vergrösserung bestimmt war. Mit Weglassung des untern Theils des Fusses, wo sich eine Ueberladung mit künstlichem Schnitzwerk findet, ist dieser Lupenträger in Fig. 17 abgebildet. Der senkrechte Theil *a* ist bei *b* rechtwinkelig umgebogen, und daran reiht sich ein aus drei Kugelgelenken *ccc* bestehender Arm, der am Ende einen zur Aufnahme der Lupe bestimmten Ring hat. Solche Lupenträger sind noch viele Jahre hindurch allgemein in Gebrauch gewesen, namentlich nachdem Trembley (*Hist. des Polypes d'eau douce.* 1744) einen ziemlich ähnlichen zur Beobachtung der in einem Glase mit Wasser befindlichen Polypen empfohlen hatte, und nachdem Lyonet (*Traité anatomique de la chenille, qui ronge le bois de saule.* A la Haye 1762) einen solchen zu seiner ausgezeichneten Zergliederung der Weidenraupe benutzt hatte.

Fig. 17.

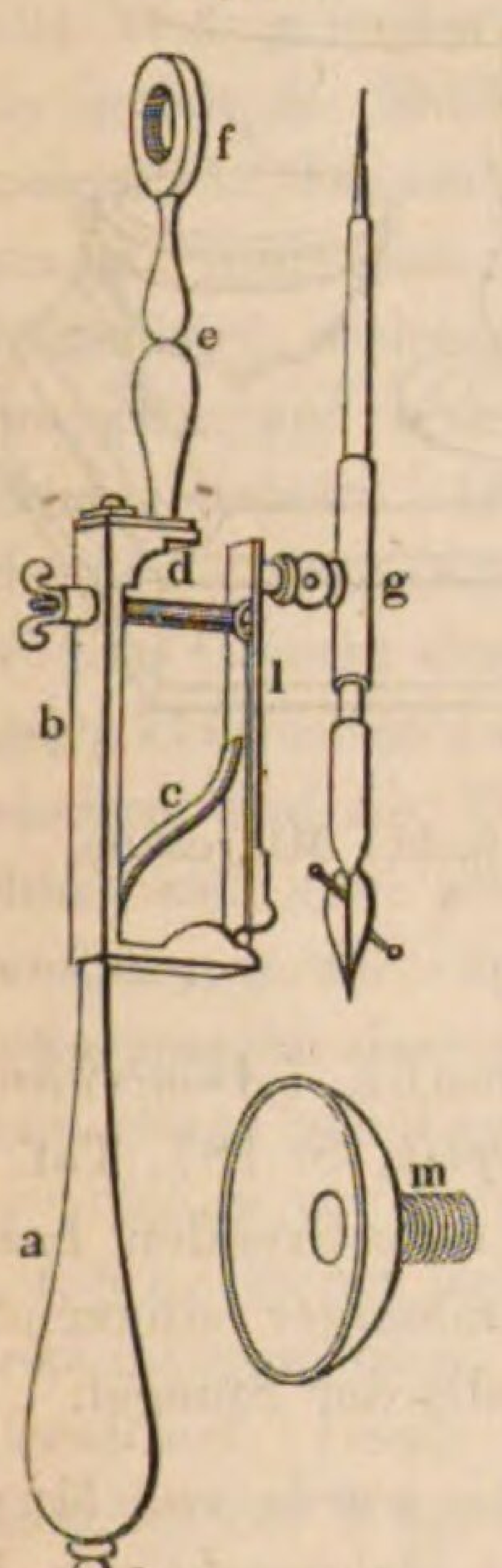


Joblot's Lupenträger.

24 Allmälig hatte man es auch weit in der Kunst gebracht, kleine Glaslinsen zu schleifen. Die Linsen von Wilson's Taschenmikroskop vergrössern bis zu 400 Mal.

Damals machte sich auch Lieberkühn berühmt durch seine stark vergrössernden Linsen. In seiner Biographie (*Mémoires de l'Académie royale de Berlin.* 1756, p. 519) liest man, er habe Gläser von so ausserordentlicher Kleinheit geschliffen, dass man zum Vergrösserungsglase greifen musste, um sie zu sehen. Die Benutzung concaver reflectirender Metallspiegelchen zur Beleuchtung undurchsichtiger Objecte, die schon früher von Leeuwenhoek erfunden worden waren (S. 38), wurde seit 1738 durch Lieberkühn allgemein verbreitet. Das Gestelle des Mikroskopes, woran er diese Hohlspiegelchen anbrachte, ist übrigens sehr einfach, wie aus Fig. 18 zu ersehen ist. Der Handgriff *a* trägt ein ebenes messingenes Stück *b*, auf dem sich eine besondere Columella *e* mit dem Ringe *f* erhebt, bestimmt zur Aufnahme der Linse *m*, mit der ein Hohlspiegel verbunden ist. Das Stück *b* wird von der Schraube *d* durchbohrt, um auf das Stück *l* zu wirken, dessen Bewegung durch die Feder *c* geregelt wird. Bei *g* befindet sich eine Hülse mit einem darin gehenden Stifte, der an einem Ende in eine Spitze, an dem andern Ende in eine kleine Kneipzange ausläuft, beide zum Festhalten der Objecte bestimmt.

Fig. 18.



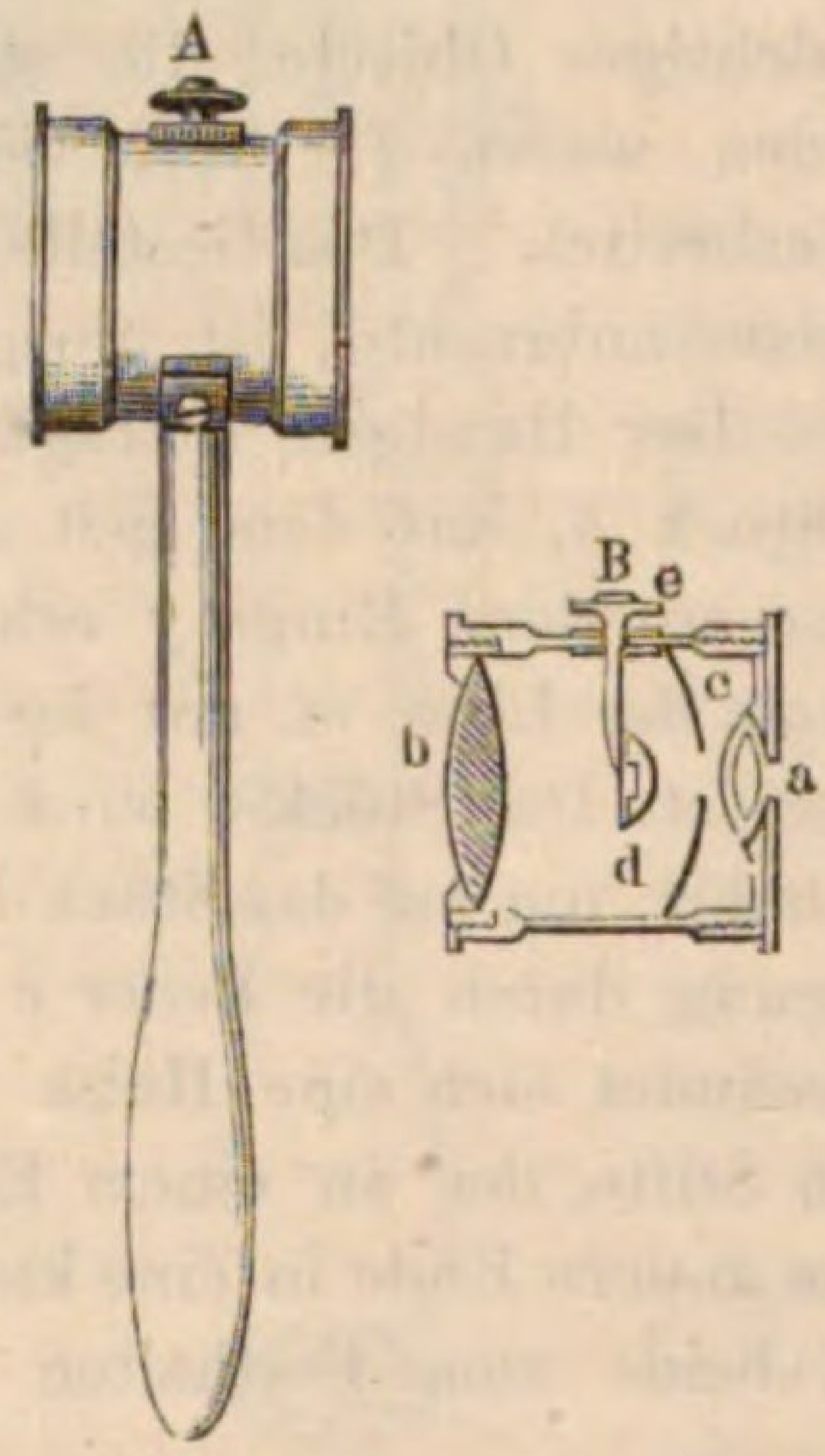
Lieberkühn's einfaches Mikroskop.

Im Museum des *Royal College of Surgeons of England* befindet sich eine kleine Sammlung von 12 Lieberkühn'schen Mikroskopen, deren jedes ein Injectionspräparat zeigt (*Quekett, Practical treatise on the use of the microscope.* London 1848, p. 16). Die Zusammensetzung dieser Mikroskope (Fig. 19 a. f. S.) ist etwas anders. *A* ist ein messingenes Röhrchen, das etwa einen engl. Zoll Länge und Breite hat; an dem einen Ende befindet sich eine kleine biconvexe Linse von $^1/_2$ Zoll Brennweite, und am andern Ende ist eine grössere Linse zur Lichtverstärkung angebracht. Bei *B* wird das Röhrchen im Durchschnitte dargestellt: *a* ist die vergrössernde Linse, theilweise in einer Aushöhlung des silbernen Hohlspiegels *c* liegend; bei *d* befindet sich das Object, welches durch die Schraube *e* auf und nieder bewegt werden kann; *b* endlich ist die Beleuchtungslinse.

Lieberkühn hat auch ein anatomisches Mikroskop, das er verfertigt hatte, beschrieben und abgebildet (*Mém. de l'Acad. de Berlin.* 1734, p. 21). Es hatte eine ziemlich grosse, senkrecht auf einem Fusse stehende Messingplatte, woran sich mehrere bewegliche Haken befanden, um das Object damit auszuspannen. Vor einer Oeffnung in der Platte befand

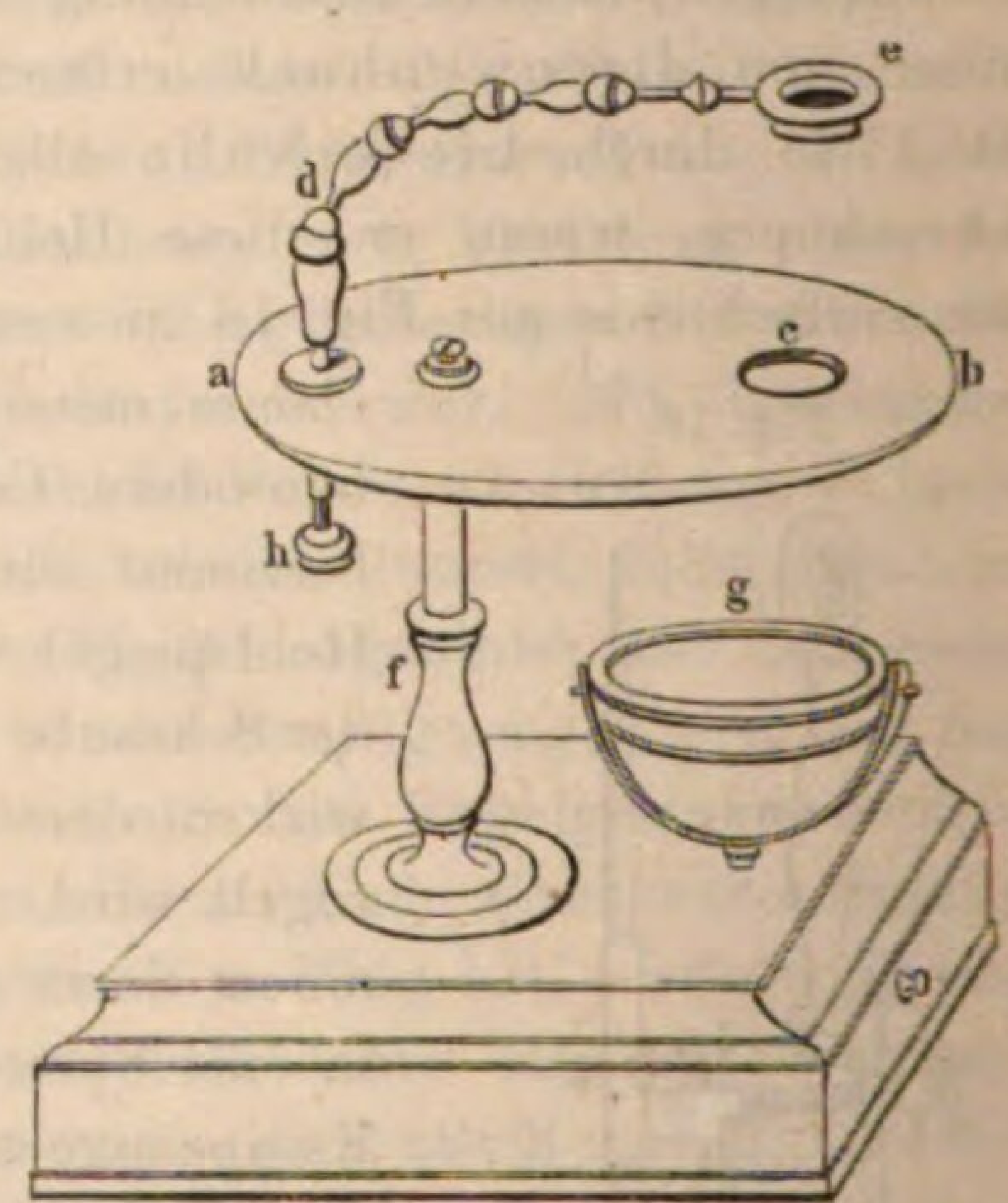
sich die Linse, die sich durch eine Schraube auf- und abbewegen liess. Ein Beleuchtungsspiegel fehlte diesem Mikroskope ebenso, wie den beiden vorigen.

Fig. 19.



Lieberkühn'sches Mikroskop; halbe Grösse.

Fig. 20.



Lyonet's einfaches Mikroskop.

Kurz nach Lieberkühn versah auch Leutmann (*Anmerkungen vom Glasschleifen.* Halle 1738. *Vollst. Lehrgeb. d. Optik*, S. 187, Taf. 46. Fig. 1) die Linsen des einfachen Mikroskopes mit reflectirenden hohlen Spiegelchen. Sein Mikroskop ist im Ganzen zweckmässiger eingerichtet als das Lieberkühn'sche; es fehlt ihm aber ebenfalls der Spiegel.

Noch ein Mikroskop für undurchsichtige Objecte wurde von Meyen (*Kurze Uebersicht von der Beschaffenheit und dem Gebrauche der Vergrösserungsgläser und Teleskopien.* 1747) beschrieben. Dasselbe ähnelte sehr dem Lieberkühn'schen.

Später wurden auch an den sehr gebräuchlichen Wilson'schen Mikroskopen reflectirende Spiegelchen angebracht.

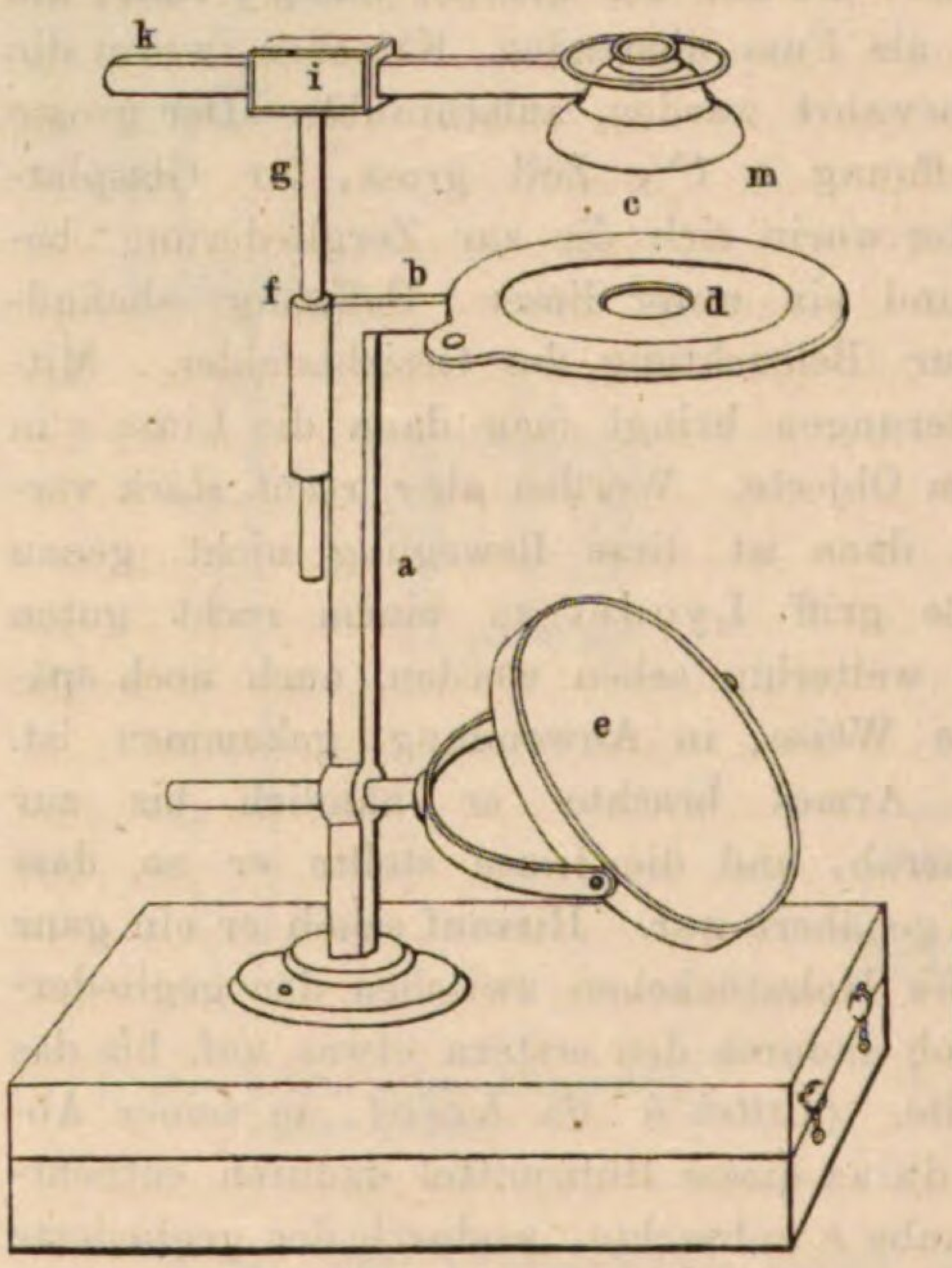
25 Die bisher angefertigten und im Vorhergehenden beschriebenen einfachen Mikroskope waren nur darauf eingerichtet, ein schon vorher zubereitetes Object vor oder unter der Linse zur Wahrnehmung zu bringen. Ausgenommen das Mikroskop, welches S. Musschenbroek für Swammerdam anfertigte und dessen Zusammensetzung uns nicht ganz klar ist, das aber doch wahrscheinlich mehr eine Art Lupenträger gleich dem

Joblot'schen war, kannte man bis dahin keines, womit man bei etwas bedeutender Vergrösserung Zergliederungen hätte vornehmen können. Den Joblot'schen Apparat verbesserte Lyonet (Fig. 20) dadurch, dass er den gegliederten Arm *d* auf eine eirunde hölzerne Platte *ab* (8 Zoll lang und 5 Zoll breit) brachte, die auf der kleinen Säule *f* ruht, die man selbst wieder auf einem als Fuss dienenden Kästchen, worin die Linsen und andere Dinge aufbewahrt werden, aufschraubt. Der grosse Objecttisch hat eine runde Oeffnung *c*, $1^5/_8$ Zoll gross, für Glasplatten und Kästchen, worauf oder worin sich die zur Zergliederung bestimmten Objecte befinden, und ein unter dieser Oeffnung befindlicher Hohlspiegel *g* dient zur Beleuchtung des Gesichtsfeldes. Mittelst der gelenkartigen Gliederungen bringt man dann die Linse *e* in die gehörige Entfernung vom Objecte. Werden aber recht stark vergrössernde Linsen gebraucht, dann ist diese Bewegung nicht genau genug, und für solche Fälle griff Lyonet zu einem recht guten Hülfsmittel, welches, wie wir weiterhin sehen werden, auch noch später, aber auf eine verbesserte Weise, in Anwendung gekommen ist. Die mittelsten Glieder des Armes brachte er nämlich bis zur Oberfläche des Objecttisches herab, und die Linse stellte er so, dass sie dem Objecte etwas zu sehr genähert war. Hierauf schob er ein ganz schief keilförmig zugeschnittenes Holzstückchen zwischen den gegliederten Arm und die Platte und hob dadurch den erstern etwas auf, bis das Object sich ganz scharf darstellte. (*Lettre à Ms. Lecat*, in seiner Abhandlung p. 4). Später hat Adams dieses Hülfsmittel dadurch entbehrlich gemacht, dass er die Schraube *h* anbrachte, wodurch der gegliederte Arm etwas gehoben werden kann.

Schon vor Lyonet hatte Cuff ein Mikroskop angefertigt (Fig. 21 a. f. S.), welches unter dem Namen des Wassermikroskopes von Ellis bekannt geworden ist, weil Ellis (*Essay towards a natural History of Corallines*. Lond. 1755) dasselbe zuerst beschrieb und zur Beobachtung mancher im Wasser lebender Thiere benutzte. Das Gestell dieses Mikroskopes ist offenbar jenem der zusammengesetzten Mikroskope desselben Optikers entnommen und verdient deshalb besondere Beachtung, weil es zu allen ferneren Verbesserungen in der mechanischen Einrichtung des einfachen Mikroskopes den Grund gelegt hat. Daher es denn auch nicht schwer fällt, in diesem vor mehr als 100 Jahren verfertigten Instrumente das Modell zu erkennen, nach welchem die meisten späteren gearbeitet worden sind. Die Stange *a* trägt den ringförmigen Objecttisch *c*, in welchen eine geradflächige Glastafel *d* oder ein ausgehöhltes Glas eingesetzt werden kann. Der Linsenarm *k* lässt sich in dem hohlen vierseitigen Stücke *i* hin- und herschieben; dieses ruht aber auf dem Stabe *g*, der in einer an der Stange befestigten Hülse *f* auf und niedergleiten und sich herumdrehen kann. Jede Linse ist in ein Röhrchen gefasst, welches unten mit

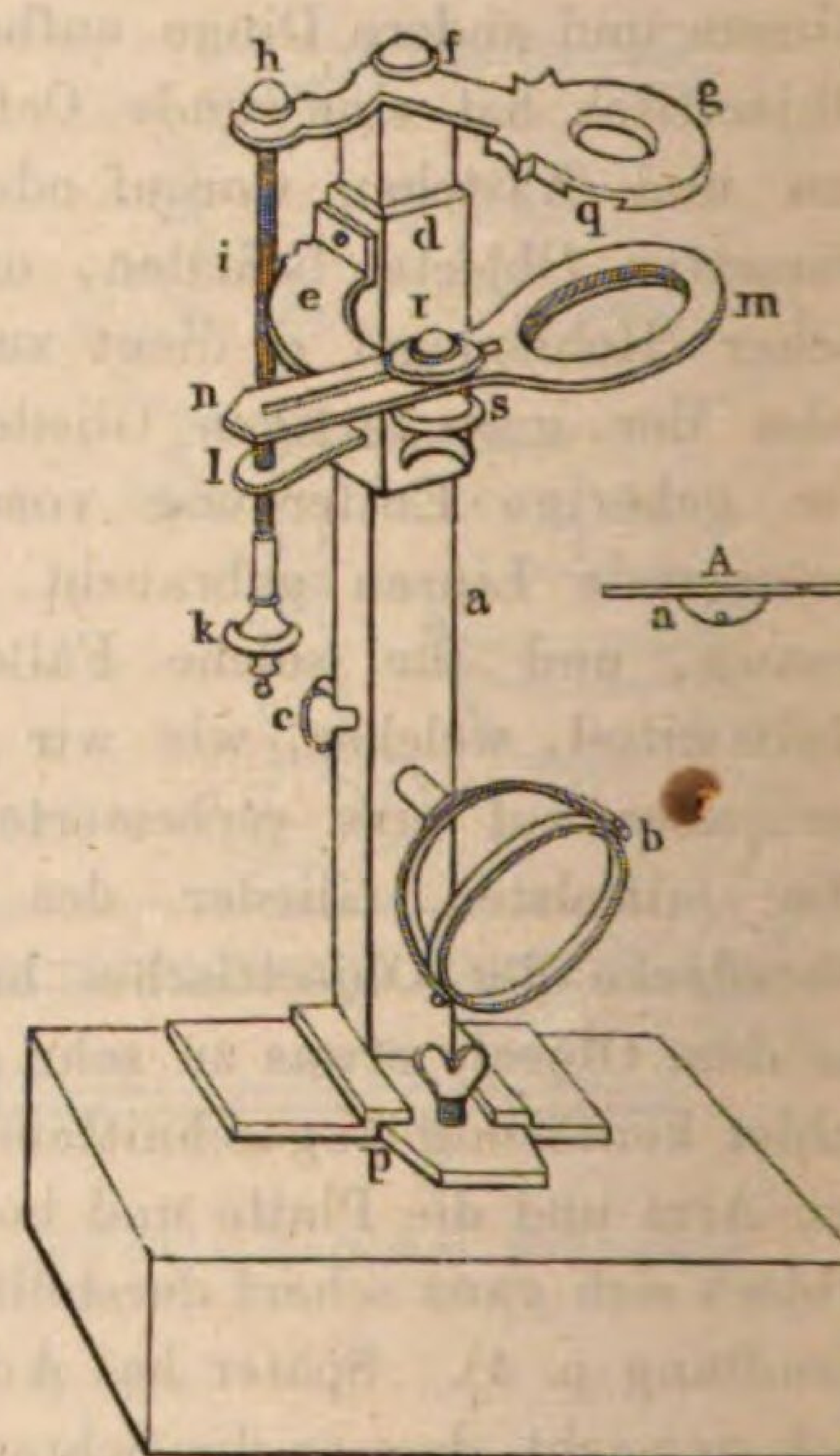
einem reflectirenden Spiegel *m* versehen ist; *e* aber ist der Beleuchtungsspiegel.

Fig. 21.



Cuff's einfaches Mikroskop.

Fig. 22.



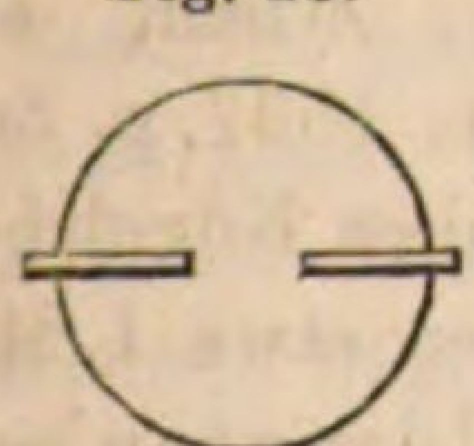
Mazzola's einfaches Mikroskop.

Es braucht wohl kaum darauf hingewiesen zu werden, dass dieses Mikroskop, namentlich durch den ganz freien Objecttisch, zu vielerlei Untersuchungen sich weit mehr eignet, als das bis dahin allgemein in Gebrauch stehende Wilson'sche Mikroskop. Nur konnte es in dieser Form schwerlich bei sehr stark vergrössernden Linsen benutzt werden, weil das Auf- und Niederschieben des Stabes *g* in der Hülse *f* keine ganz genaue Einstellung erlaubt. Dieser Unvollkommenheit wurde übrigens später von Cuff selbst abgeholfen, wie ich an einem Mikroskope des Herrn R. T. Maitland zu sehen Gelegenheit gehabt habe. Dieses einfache Mikroskop hat eine elliptische messingene Platte als Fuss, und ausser der gröberen Bewegung durch Auf- und Niederschieben ist auch noch für die feine Einstellung gesorgt durch eine auf der hinteren Seite angebrachte Feder, ganz so wie an Cuff's zusammengesetztem Mikroskope, von dem später die Rede sein wird.

In dieser Art, mit nur wenigen in der Regel nicht nennenswerthen Modificationen, sind die meisten einfachen Mikroskope in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts verfertigt worden, von den beiden Adams, von Martin, von Jones, von Mazzola und Anderen. Es wird deshalb genügen, wenn ich hier nur noch das Instrument des Letzteren, des in Wien lebenden Italieners Vincenz Mazzola, beschreibe, wie er es für stark vergrössernde Glaskügelchen eingerichtet hatte, deren sich Antonio Barba, ein Schüler des della Torre, bediente (Fig. 22). Die vierseitige Stange wird mittelst eines Schwalbenschwanzes *p* und einer Klemmschraube auf dem Kästchen befestigt. An der Stange bewegt sich die vierseitige Hülse *d* auf und ab, mit welcher ein bogenförmiger Arm *e* verbunden ist, und auf diesem befindet sich der Objecttisch *m*, der vermöge des Ausschnitts *n* darauf hin- und hergeschoben und auch herumgedreht werden kann. Unten ist an die bewegliche vierseitige Hülse *d* eine kleine Platte *l* befestigt; durch diese geht eine Schraube *ik*, die sich oben an dem feststehenden kleinen Arme *h* herumdreht, an der Spitze der Stange. Dort befindet sich auch der Linsenarm *f*, mit einem Ringe *g* am Ende, der etwas ausgehöhlt ist. Die Glaskügelchen, in schalenförmige Röhrchen eingeschlossen, sind an eine länglich-viereckige Platte befestigt, welche in die Schwalbenschwanzrinne *q* des Armes *g* eingeschoben wird. *A* ist die seitliche Ansicht der Linsenplatte. Die Beleuchtung wird durch den Hohlspiegel *b* bewirkt.

Während so die mechanische Einrichtung des einfachen Mikroskopes 26
während des 18. Jahrhunderts allmälig einen hohen Grad von Vervollkommnung erfuhr, wurde der optische Theil während dieser Zeit wenig oder gar nicht verbessert; erst mit dem Anfange unseres gegenwärtigen Jahrhunderts machte man aufs Neue Versuche, das einfache Mikroskop auch nach dieser Seite hin zu vervollkommnen.

Fig. 23.



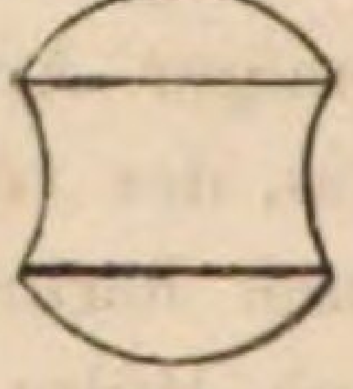
Wollaston's periskopische Linse.

Unter denen, die dies versuchten, ist zuerst Wollaston (*Phil. Transact.* 1812, p. 375) zu nennen. Er vereinigte zwei planconvexe Linsen (Fig. 23) dergestalt mit einander, dass sie einander die ebenen Flächen zukehrten, aber einen Raum zwischen sich übrig liessen, worin sich eine mit einer Oeffnung versehene metallene Scheibe oder ein Ring befand. Er wollte dadurch die Randstrahlen abschneiden und die sphärische Aberration mindern, zugleich aber auch ein grösseres Gesichtsfeld zu Stande bringen. Deshalb bezeichnete er eine solche Vereinigung als periskopische Linse.

Brewster bemerkte mit Recht, dass, wenn eine solche periskopische Linse möglichst zweckmässig eingerichtet sein sollte, der Raum zwischen

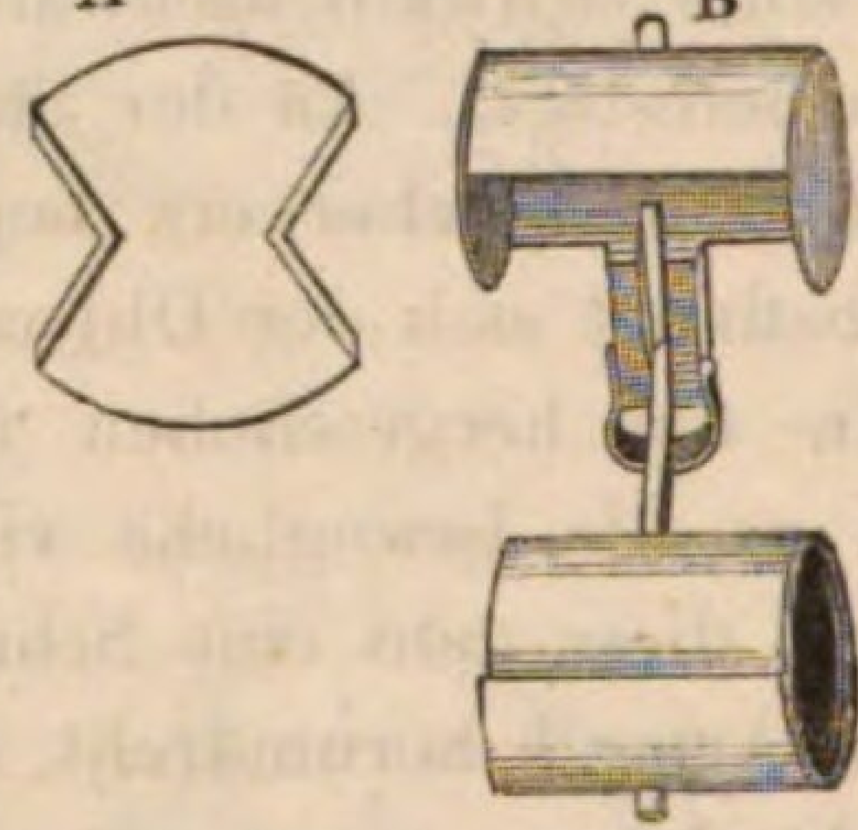
den beiden Linsen und dem Metallringe mit einer Masse ausgefüllt sein müsste, deren Brechungsvermögen dem des Glases nahe kommt, z. B. mit Canadabalsam. Späterhin machte er, gemäss den von Wollaston aufgestellten Principien, den Vorschlag, in eine Kugel eine ringförmige Grube zu schleifen (Fig. 24); diese sollte die Stelle des eben genannten Metall-

Fig. 24.



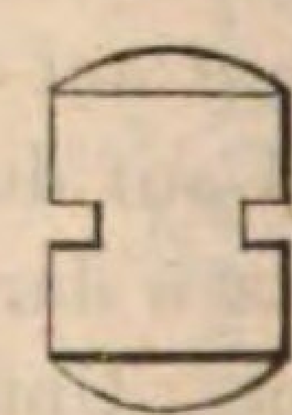
Brewster's ringförmig vertiefte Kugel.

Fig. 25.



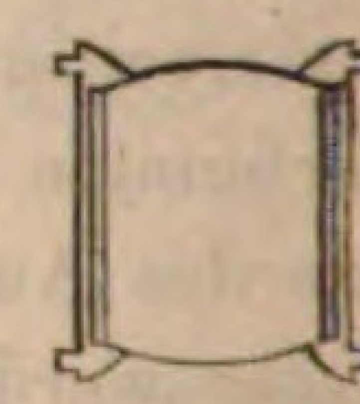
Coddington's Coneopsid.

Fig. 26.



Andere Form von Coddington's Vogelaugenlinse.

Fig. 27.



Cylinderlupe.

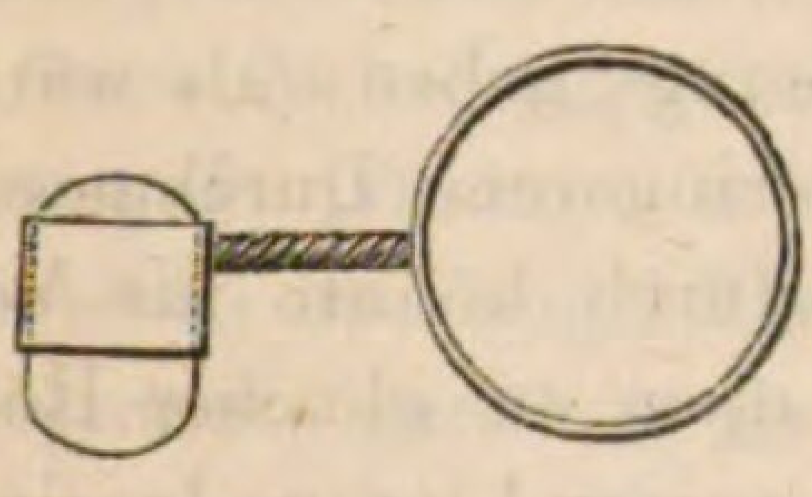
ringes vertreten. Dieser Vorschlag wurde beifällig aufgenommen. Coddington (*Phil. Transact.* 1830, p. 69) glaubte ihn namentlich dadurch leichter ausführen zu können, dass er der Grube eine schärfere Form gab (Fig. 25 *A*). Es sind hier die Residuen der zwei planconvexen Linsen in der Form zweier abgestutzter Kegel vereinigt, und deshalb wurden solche Linsen auch Coneopside oder Vogelaugenlinsen genannt. In Fig. 25 *B* ist dargestellt, wie sie gewöhnlich gefasst werden, um sie bequem in der Tasche tragen zu können. Eine andere Form der Coddington'schen Vogelaugenlinsen ist Fig. 26 dargestellt, die dem beabsichtigten Zwecke offenbar gleich gut entspricht. Dass derartig gestaltete Linsen aus sehr kleinen Kugeln sich herstellen lassen, erhellt aus der Angabe Brewster's (*Treatise on the microscope.* Edinb. 1837, p. 30), dass Blackie aus Granat ein solches rinnenartig ausgehöhltes Kügelchen geschliffen habe, dessen Durchmesser nur $^1/_{24}$ engl. Zoll, also etwa 1 Millimeter betrug. Wirklich bekommt man durch solche Coddington'sche Linsen, wenn sie gut gearbeitet sind, wie die von Lerebours bezogenen, ein sehr scharfes Bild. Sie sind indessen mit einer Unvollkommenheit behaftet, wodurch sie sich für ihren eigentlichen Zweck, nämlich als Lupe zu dienen, weniger eignen. Dies ist die geringe Entfernung des Focus, weshalb es nöthig wird, das Object der Oberfläche der Linse mehr zu nähern, als bei einer planconvexen oder biconvexen Linse von gleich starker Vergrösserung nöthig ist.

Der nämliche Tadel trifft auch die Cylinderlupen (Fig. 27), die schon

seit langer Zeit hier und da in Gebrauch sind, über deren erste Anfertigung mir aber nichts bekannt ist. Sie bestehen aus einem cylinderförmigen, an beiden Enden convex geschliffenen Stücke Glas, welches in eine messingene Röhre gefasst ist. Ihnen entgeht ausserdem auch der Vorzug, die sphärische Aberration zu verbessern, denn diese ist bei ihnen gleich gross, wie bei einer biconvexen Linse von gleicher Krümmung, weil die ringförmige Grube fehlt. Dies zu bemerken, erscheint deshalb nicht überflüssig, weil solche Cylinderlupen nicht selten als Coddington'sche Lupen verkauft werden.

Als eine Modification der Cylinderlupe ist die Stanhope'sche Linse (Fig. 28) zu nennen. In der Regel ist sie in eine silberne Hülse gefasst, die mit einem Ringe in Verbindung steht, um sie in der Hand zu halten. An beiden Seiten hat sie gewölbte Oberflächen; die dem Auge zugekehrte Fläche ist aber weit stärker gewölbt und so geschliffen, dass kleine auf der andern gewölbten Fläche liegende Objecte sich gerade in der gehörigen Entfernung befinden, um scharf gesehen zu werden. Die Convexität dieser letzteren Fläche trägt daher nichts zur Vergrösserung bei; sie soll nur der Krümmung des Gesichtsfeldes correspondiren und dieselbe möglichst aufheben. Es ist aber klar, dass die nämliche Stanhope'sche Linse nicht für alle Personen passen kann, da kein Mittel vorhanden ist, die Entfernung der Objecte der gewöhnlichen Sehweite der verschiedenen Augen entsprechend abzuändern. Diese Unvollkommenheit lässt sich nur dadurch ausgleichen, dass man aus einem Vorrathe solcher Linsen eine aussucht, die wirklich ein scharfes und reines Bild giebt, ohne dass das Accommodationsvermögen des Auges dabei besonders in Anspruch genommen wird. Die Anzahl der Objecte, deren Natur es gestattet, dass man sie auf eine gewölbte Fläche bringt, um sie ganz genau zu erkennen, ist aber gewiss klein, und deshalb wird diese Linseneinrichtung, der sonst unverkennbar eine ganz richtige Idee zu Grunde liegt, wohl stets nur in einem beschränkten Maasse sich nützlich bewähren. Nach der Eigenthümlichkeit der Form lassen sich diese Linsen auch nicht klein und gewölbt genug machen, dass man damit irgend erhebliche Vergrösserungen hervorbringen könnte. Die von Lerebours verfertigten Linsen, wie eine in der obenstehenden Figur abgebildet ist, geben meistens eine 30malige Vergrösserung. Freilich soll ihm auch eine 80malige Vergrösserung gelungen sein (*Comptes rendus* 1841, 29. Mars); allein auch das ist noch nicht ausreichend für praktische Zwecke, wie die Untersuchung des Blutes, der Sputa und anderer Auswurfsstoffe, wozu man diese Linsen im Besondern empfohlen hat.

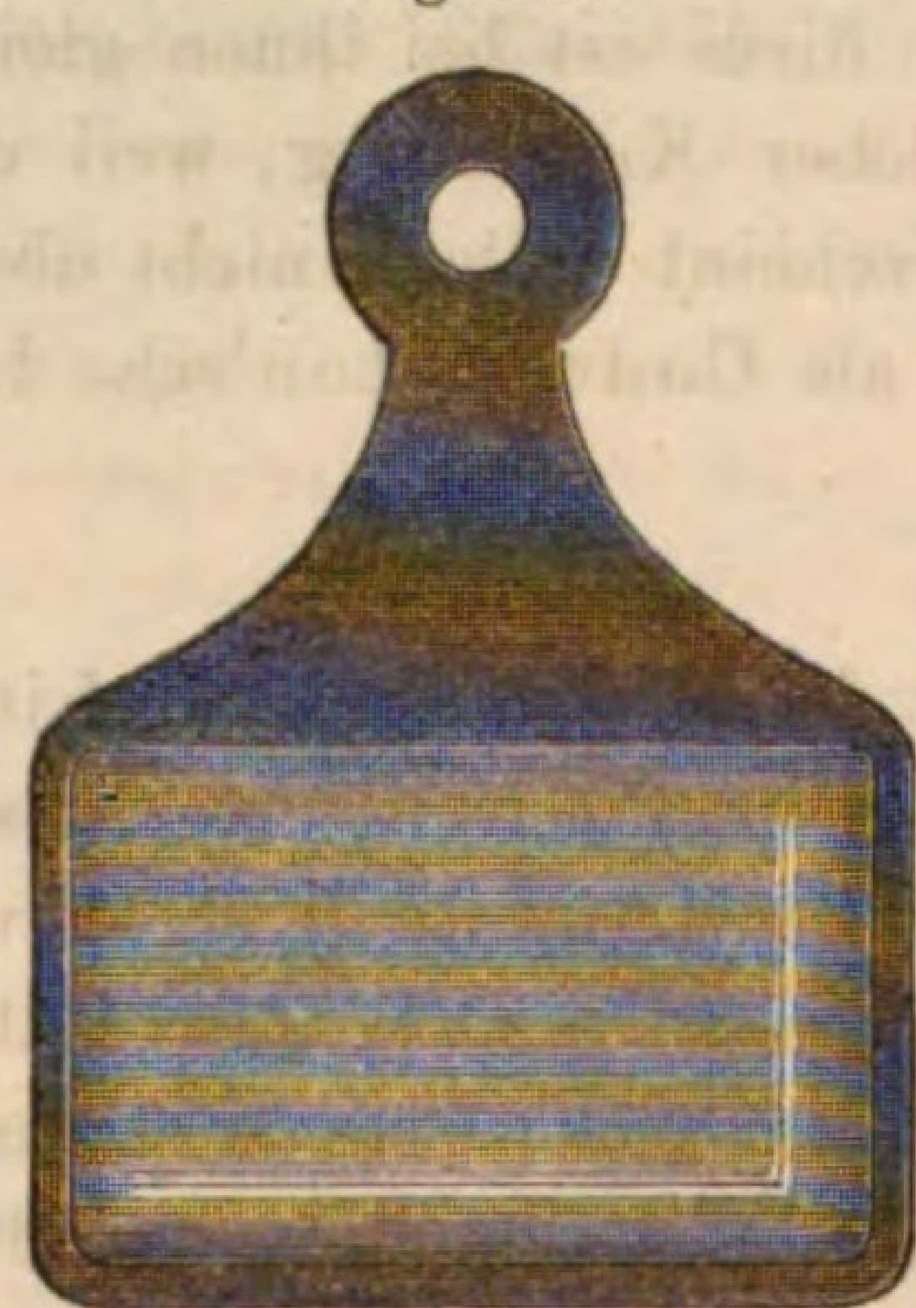
Fig. 28.



Stanhope's Linse.

Endlich habe ich auch noch der Lupen mit cylindrischen Oberflächen zu gedenken, die seit ein Paar Jahren in den Handel gekommen sind. Eine solche Lupe (Fig. 29) besteht aus einer viereckigen Glasplatte, deren beide Flächen Abschnitte eines Cylinders sind, aber dergestalt, dass die Achsen der beiden Cylinder einander rechtwinkelig kreuzen. Es ist mir unbekannt, wer zuerst auf diese Lupen verfallen ist; gegenwärtig liefert sie in Paris R. Luquin, Rue Charlot au Marais Nr. 73. Bis jetzt scheint man diese Lupen nur schwach vergrössernd zu machen; ich habe keine mit einer Brennweite unter 5 Centimeter gesehen. Natürlich liesse sich aber den Flächen der Linse eine stärkere Krümmung geben, als wären sie Cylindern von geringerem Durchmesser entnommen, und dadurch könnte die Vergrösserung solcher Lupen zu gleicher Höhe ansteigen, wie bei convexen Linsen. In einer Beziehung wenigstens verdienen solche Lupen vor den gebräuchlichen den Vorzug: sie haben ein ungemein grosses Gesichtsfeld und in dessen verschiedenen Theilen findet die gleiche Vergrösserung statt, so dass gerade Linien zunächst der Peripherie ebenfalls noch geradlinigt erscheinen.

Fig. 29.



Lupe mit cylindrischen Oberflächen.

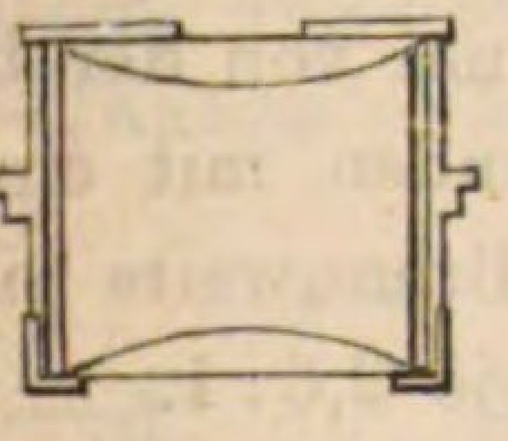
Es steht noch zu erwarten, ob sie in der Zukunft auch noch andere Verwendung finden werden. Meines Erachtens müssten sie im Oculare des zusammengesetzten Mikroskopes die gewöhnlichen convexen Gläser ersetzen können, und ein solches Ocular dürfte sich wohl durch ein grosses und dabei gerades Gesichtsfeld auszeichnen. Cylindrische Flächen lassen sich aber schwerer schleifen als einfach convexe, und deshalb kosten auch die Lupen mit cylindrischen Oberflächen weit mehr als die gewöhnlichen Lupen.

27 Ein bedeutender Fortschritt zur Verbesserung des einfachen Mikroskopes, und damit auch, wie wir weiter sehen werden, des zusammengesetzten Mikroskopes, erfolgte dadurch, dass man zwei oder mehr Linsen zu einem Systeme vereinigte. Bei einer früheren Gelegenheit (I. §. 124) habe ich, soweit der Zweck dieses Buches es zuliess, dargethan, dass durch eine derartige Vereinigung nicht nur die Vergrösserung zunimmt, sondern auch die sphärische und chromatische Aberration verbessert wird; daher man, ohne der Schärfe des Bildes Eintrag zu thun, solchen Doublets und Triplets eine viel grössere Oeffnung geben kann, wodurch

die Helligkeit gesteigert wird, mit der ja das unterscheidende Vermögen gleichen Schritt hält.

Solche Linsensysteme sind zwar erst in der neueren Zeit in allgemeineren Gebrauch gekommen; ihre Nutzbarkeit scheint aber schon frühzeitig von Einzelnen erkannt worden zu sein. Schon oben (§. 18) bemerkte ich, dass man wohl annehmen müsse, Leeuwenhoek habe Doublets und selbst Triplets verfertigt. Aber noch vor diesem hatte Eustachio Divini (*Phil. Transact.* 1668. Nr. 42, p. 842) eine Vereinigung von zwei planconvexen Linsen, die mit ihren convexen Flächen an einander stiessen, als Ocular für ein zusammengesetztes Mikroskop benutzt, und später werden wir sehen, dass Grindl von Ach, der nur wenig später lebte, in seinem zusammengesetzten Mikroskope alle Linsen in dieser Art Paarweise vereinigte, und dass auch Andere um die nämliche Zeit eine Vereinigung von zwei Linsen als Objective benutzten. Was namentlich das einfache Mikroskop betrifft, so findet man bei Joblot (*Descriptions et usages de plusieurs nouveaux microscopes.* Par. 1718, p. 43) eins beschrieben und abgebildet, wo zwei biconvexe Linsen einander bis über die Brennweite genähert sind, so dass sie deshalb, wie Joblot selbst angiebt, zusammen ein in die rechte Stellung gebrachtes Bild des Objectes erzeugen. Er verfertigte auch solche mit planconvexen Linsen und brachte diese in zwei besondere auf einander verschiebbare Röhrchen, wodurch verschiedenartige Vergrösserungen erzielt wurden. Solche Vereinigungen zweier nur wenig vergrössernden Linsen sind späterhin als Lupen in Gebrauch geblieben, und bei den englischen Mikroskopen aus der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts kommen sie nicht selten vor. In Fig. 30 ist eine, die zu einem Adams'schen Mikroskope gehört, im Durchschnitte dargestellt.

Fig. 30.



Doublet von Adams.

Indessen war Euler (*Mém. de l'Acad. de Berlin.* 1764, XX. p. 105) der erste, der die Vorzüge einer solchen Vereinigung aus theoretischen Gründen nachwies und zugleich auch die Form der Linsen berechnete, die sich am besten dazu eignen müsste. Die Rechnung führte ihn darauf, dass ein solches Doublet aus einer biconvexen Linse und einem Meniscus bestehen sollte. Bei der erstern müsse der Radius der Vorderfläche das 4,7982fache und jener der Hinterfläche das 0,6085fache der Focaldistanz betragen; bei der zweiten müsse der Radius der Vorderfläche — 0,8153 und jener der Hinterfläche 0,3248 der Focaldistanz betragen. Der Abstand der beiden Linsen von einander müsse je nach der Brennweite ein verschiedener sein. Euler's Empfehlung scheint aber wenig Eingang gefunden zu haben; wenigstens ist mir nicht bekannt, dass jemals ein solches Doublet nach seiner Berechnung angefertigt worden ist.

Im Jahre 1821 wurde der Gegenstand wiederum von John Her-

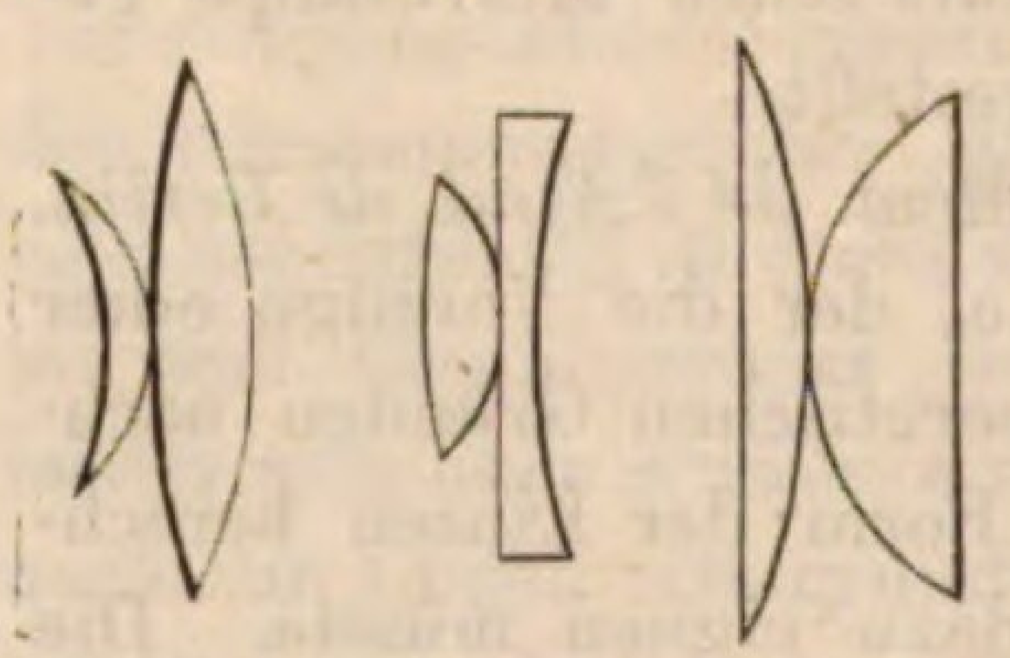
schel (*Phil. Transact.* 1821, p. 246) aufgenommen. Er berechnete die Krümmungsgrösse für verschiedene Combinationen, bei denen die Aberrationen mehr oder weniger vollständig aufgehoben werden. Die erste hat eine gewisse Uebereinstimmung mit der bereits von Euler vorgeschlagenen; sie besteht ebenfalls aus einer biconvexen Linse und einem Meniscus. Während aber Euler die beiden Linsen in eine gewisse Entfernung von einander brachte, die je nach der Brennweite des Systems verschieden war, brachte sie Herschel, wie in Fig. 31, in Berührung mit einander, daher denn auch die Krümmungen der Linsen für jede Brennweite andere sein mussten. Er berechnete folgende Krümmungen und Brennweiten für zwei solche Doublets:

	I.	II.
Brennweite der ersten Linse	+ 10,000	+ 10,000
Radius der ersten Fläche	+ 5,833	+ 5,833
Radius der zweiten Fläche	— 35,000	— 35,000
Brennweite der zweiten Linse	+ 17,829	+ 5,497
Radius der ersten Fläche	+ 3,688	+ 2,954
Radius der zweiten Fläche	+ 6,291	+ 8,128
Brennweite der vereinigten Linsen	+ 6,407	+ 3,474

Im Mikroskope muss die gewölbte Seite dem Auge zugekehrt sein.

Durch diese Vereinigung wird besonders die Aberration in der Mitte des Sehfeldes gehoben; dagegen passt sie weniger dazu, Objecte in einem ausgedehnten Gesichtsfelde mit gleicher Schärfe zur Wahrnehmung zu bringen. Für diesen Fall eignet sich eher die Vereinigung zweier Linsen, wie in Fig. 32, wenngleich dadurch die Aberration bei weitem nicht in dem Maasse verbessert wird, wie durch die vorige Combination. Sie besteht aus einer Linse von der besten Form (I. §. 51), verbunden mit einer planconvexen Linse, deren Brennweite sich zu jener der ersten verhält wie 2,6:1.

Fig. 31. Fig. 32. Fig. 33.



Herschel's Doublets.

Herschel fand, dass mit einem solchergestalt eingerichteten Doublet, dessen Brennweite 1,84 engl. Zoll betrug, Objecte, die um 40° von der Axe entfernt liegen, noch gleich deutlich gesehen werden können, wenn das Sehfeld sich bis zu 75° über die Axe hinaus erstreckt. Zu Lupen würde daher ein solches Doublet gewiss ganz brauchbar sein.

Herschel hat noch eine dritte Vereinigungsweise der beiden Linsen vorgeschlagen (Fig. 33), die in der Hauptsache mit derjenigen übereinstimmt, deren sich der vorher genannte Eustachio Divini schon vor fast 200 Jahren bedient hatte: man lässt nämlich zwei planconvexe Linsen mit den gewölbten Oberflächen an einander stossen. Bestehen die Linsen aus gewöhnlichem Glase und haben sie gleiche Krümmung, dann

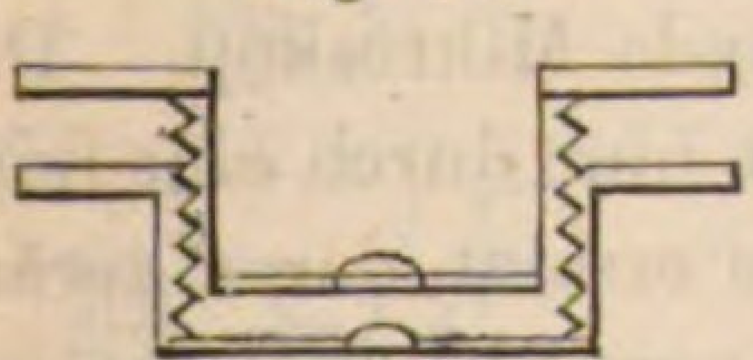
beträgt die Aberration nach der Berechnung nur 0,6028 jener Aberration, die bei einer Linse von der besten Form stattfindet. Nimmt man dagegen, wie in Fig. 33 zwei planconvexe Linsen, deren Brennweiten sich wie 1 : 2,3 zu einander verhalten, dann beträgt die Aberration nur noch 0,2481.

Wie verdienstlich auch diese Bestrebungen Herschel's waren, wie richtig seine theoretischen Ansichten und die darauf sich stützenden Berechnungen, sie haben nur wenig zur wirklichen Verbesserung des Mikroskopes beigetragen, weil sich in der praktischen Ausführung Schwierigkeiten entgegenstellen. Denn es fällt gar schwer, sehr kleine Linsen, wie sie für das einfache Mikroskop bei nur etwas bedeutenden Vergrösserungen gefordert werden, genau mit den im Voraus berechneten Krümmungen zu schleifen.

Glücklicher war hierin Wollaston; ihm gehört das Verdienst, eine solche Einrichtung der Doublets gelehrt zu haben, die sich zu einer praktischen Benutzung weit mehr eignet, da es nicht sowohl auf eine ganz genaue Form ankommt, als vielmehr auf ihren relativen Abstand, den doch der Mechanikus weit eher in seiner Gewalt hat; denn er kann ja diesen Abstand so lange ändern, bis er durch den Versuch jene Vereinigung der Linsen festgestellt hat, bei welcher die entschiedenste Wirkung herauskommt. Es war Wollaston's letzte wissenschaftliche Arbeit; einen Monat, nachdem dieselbe (*Phil. Transact.* 1829, p. 9) erschienen war, starb der ausgezeichnete Mann.

Wollaston giebt selbst an, dass er auf die Idee seiner Doublets durch die Betrachtung des Huygens'schen Oculares für Teleskope kam, welches, wenn es umgekehrt wird, ein Mikroskop bildet. Die zuerst nach Wollaston's Vorschrift verfertigten Doublets (Fig. 34) bestanden aus zwei planconvexen Linsen, in besondere Röhrchen gefasst, die schraubenförmig in einander greifen, so dass man einfach und bequem die Entfernung ermitteln kann, bei welcher das Bild am hellsten und schärfsten erscheint. Die Brennweite der unteren Linse sollte sich zu jener der oberen dem Auge zugekehrten wie 1:3 verhalten; auch wollte er gefunden haben, die Entfernung ihrer platten Oberflächen betrage am besten 1,4 bis 1,5 der Brennweite der kleineren Linse.

Fig. 34.

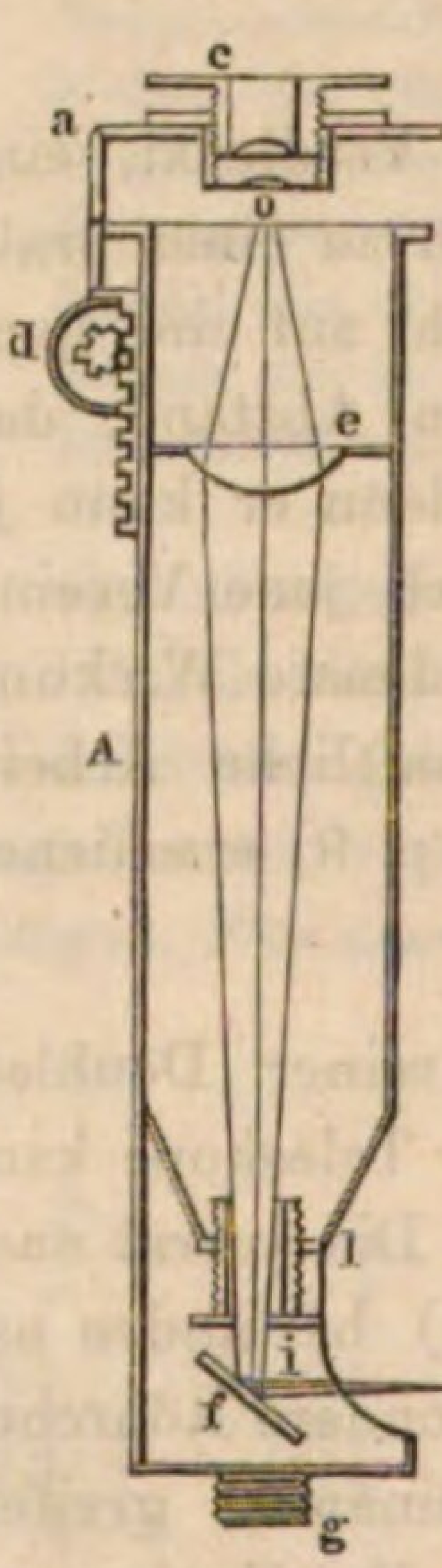


Wollaston's Doublet.

Wollaston beschrieb ferner ein Mikroskopgestell von eigenthümlicher Form und Einrichtung, wobei der Hauptzweck dahin ging, den durch seine Doublets betrachteten Objecten eine bessere Beleuchtung zu geben. Ich werde später, bei den Beleuchtungsapparaten, auf diese Einrichtung weiter zurückkommen; sie hat den Grund gelegt zu mancherlei später

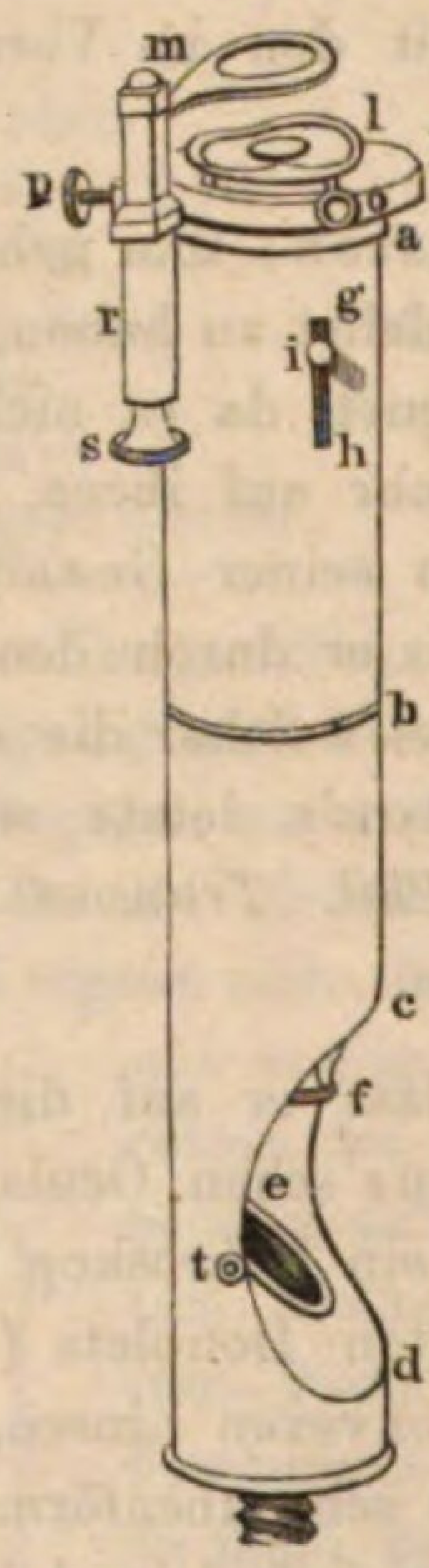
hierin vorgenommenen Verbesserungen. Ich gebe aber hier ihre Beschreibung, die durch Fig. 35 erläutert wird. *A* ist ein messingenes Rohr, ungefähr 6 Zoll lang und 1 Zoll oder mehr breit; durch die Schraube *g* kann es auf das Kästchen befestigt werden, worin das Instrument, wenn es nicht gebraucht wird, zu liegen kommt. Bei *l* hat das Rohr eine grosse Oeffnung, durch welche das Licht auf den Spiegel *f* fällt. Ueber diesem Spiegel ist bei *i* ein Diaphragma angebracht, um die äussersten Strahlen abzuschneiden, welche vom Spiegel reflectirt werden. Am oberen Ende des Rohrs befindet sich bei *e* eine planconvexe Linse, mit einer Brennweite von etwa $^3/_4$ Zoll, deren gerade Fläche nach oben sieht.

Fig. 35.



Wollaston's einfaches Mikroskop.

Fig. 36.



Wollaston's einfaches Mikroskop nach Dollond.

Die vom Spiegel reflectirten Strahlen werden durch diese Linse in *o* vereinigt, wo die Platte, welche das Rohr oben schliesst und welche als Objecttisch dient, eine Oeffnung besitzt. Bei *d* befindet sich ein gezahntes Rad mit einem Triebe, woran der doppelt gebogene Arm *ab* befestigt ist; in diesen aber kommt das Doublet *c*, welches durch Umdrehen des Knopfes *d* höher oder niedriger gestellt werden kann.

Spätere Mechaniker haben einige Veränderungen an dieser Einrichtung vorgenommen; dahin gehört das in Fig. 36 dargestellte, von Dollond herrührende Mikroskop. Der Trieb ist hier durch eine feine Schraube ersetzt, deren geänderter Knopf bei *s* sichtbar ist. Der Objecttisch *l* lässt sich in verschiedenen Richtungen bewegen durch zwei Schrauben *p* und *o*, die um 90° von einander abstehen. Ferner steckt bei diesem Mikroskope die Beleuchtungslinie in einem kurzen Röhrchen, welches in dem grösseren Rohre auf und nieder bewegt werden kann, mittelst zweier kleiner Knöpfe, die durch zwei schlitzförmige Oeffnungen aus dem Rohre hervorragen. Einen dieser Knöpfe *i* sieht man bei *gh*. Der Zweck dabei ist, die Linse dem Objecte näher zu bringen oder weiter davon zu entfernen, und so die Beleuchtung zu verstärken oder zu mässigen. Man muss aber zugeben, dass diese Beweglichkeit der Linse

nicht im ursprünglichen Plane Wollaston's lag; er wollte das Object immer gerade im Brennpunkte der Linse haben *).

Die von Wollaston erfundenen Doublets hatten sich bald eines grossen Beifalls zu erfreuen, und es wurden einige Verbesserungen damit vorgenommen; namentlich Pritchard und Chevalier erwarben sich hierin Verdienste. Pritchard beobachtete, dass bei jener Entfernung beider Linsen von einander, welche Wollaston angegeben hatte, das Bild keineswegs das Maximum von Schärfe und Helligkeit besitzt; er kam zu dem Schlusse, diese Entfernung müsse gleich sein der Differenz zwischen den Brennweiten beider Linsen, mit Berücksichtigung jedoch ihrer Dicke. Er fand ferner, dass das Verhältniss zwischen den Brennweiten der beiden Linsen nicht gerade 1 : 3 sein muss, vielmehr in grosser Breite variiren kann. Das einzige Erforderniss ist, dass die Differenz mehr beträgt als die Dicke der vorderen Linse, damit, zumal bei starken Vergrösserungen, der Focus des ganzen Systems um so weiter von der unteren Linse entfernt ist, je grösser die Differenz zwischen den Brennweiten der einzelnen Linsen ist. Das ist aber sehr wichtig für die praktische Benutzung der Doublets. Pritchard glaubt daher, das Verhältniss dürfe nie unter 1 : 3 fallen; er hat aber mehrere ganz gute gemacht mit dem Verhältniss von 1 : 6. Er brachte endlich auch ein Diaphragma zwischen die beiden Linsen, das sich nach ihm am besten gleich oberhalb der unteren Linse befindet. Es versteht sich aber von selbst, dass ein solches Doublet ganz sorgfältig centrirt sein muss, denn ist die beste Stellung der Linsen einmal ermittelt, so müssen diese unveränderlich darin verharren. Pritchard versichert, dass manchmal ganze Tage nöthig sein können, um ein Doublet, welches auseinandergenommen wurde, wiederum in Ordnung zu bringen.

Chevalier versah seine Doublets (Fig. 37) ebenfalls mit einem Diaphragma *d*, dessen Oeffnung bei *o* sichtbar ist. Seine Einrichtung unterscheidet sich aber von der ursprünglichen Wollaston'schen und von der Pritchard'schen darin, dass er zwei planconvexe Linsen von gleicher Brennweite nimmt, von denen jedoch die obere merklich kleiner ist als die untere dem Objecte zugewendete. Seine Absicht hierbei ist, die Linsen einander näher zu bringen, damit das ganze System eine geringere Dicke hat und zugleich auch mehr Helligkeit

Fig. 37.



Chevalier's Doublet.

*) Das Mikroskop, welches ich seit einer Reihe von Jahren mit den oben (S. 46) beschriebenen Glaskügelchen benutzt habe, besitzt auch eine solche Einrichtung. Nur ist die Beleuchtungslinse bei weitem grösser, das Rohr daher weiter, und unter dem Objecttische befindet sich ausserdem noch ein bewegliches Diaphragma. S. *Bulletin des Sc. phys. et natur.* 1839.

verschafft; auch wird überdies dadurch der Raum zwichen dem Objecte und der untersten Linse des Doublets grösser.

Pritchard sowohl wie Chevalier haben auch Triplets für das einfache Mikroskop verfertigt. Ihrer Einrichtung liegt das nämliche Princip, wie bei den Doublets, zu Grunde; ihre Ausführung erfordert natürlich noch mehr Sorgfalt, die aber auch durch die grössere Schärfe belohnt wird, mit welcher schwere Probeobjecte hervortreten.

Bei den Pritchard'schen Triplets hat die dritte oder unterste Linse einen längeren Focus als die beiden anderen, und sie befindet sich auch in einiger Entfernung von diesen.

Später empfahl Holland (*Transactions of the Society of Arts.* 1832. Vol. 49) eine andere Einrichtung, welche sehr gerühmt wird (Fig. 38). Es sind nämlich drei planconvexe Linsen, von denen die beiden ersteren sich berühren, während ein Diaphragma zwischen ihnen und der oberen Linse befindlich ist. Ein solches Triplet soll ein Strahlenbüschel von 65° mit vollkommener Schärfe durchlassen.

Fig. 38.



Holland's Triplet.

Dass ein Doublet oder Triplet vor einer einfachen gleich stark vergrössernden Linse wirklich den Vorzug verdient, mag aus der folgenden Parallele erhellen.

Zu einem einfachen Taschenmikroskope von Dollond gehören vier biconvexe Linsen mit folgenden Vergrösserungen: Nr. 1. 77 Male, Nr. 2. 185 Male, Nr. 3. 331 Male, Nr. 4. 480 Male*). Ich benutzte ein Nobert'sches Täfelchen als Object, und fand, dass unter den günstigsten Umständen durch Nr. 1. in keiner Gruppe Striche sich erkennen liessen, durch Nr. 2. die Striche der vierten Gruppe zu erkennen waren, durch Nr. 3. die der fünften Gruppe; durch Nr. 4. endlich kam man auch zu keiner höheren Gruppe.

Mit zwei Pritchard'schen Doublets, welche 240 Male und 312 Male vergrössern, wurde das nämliche Nobert'sche Täfelchen geprüft. Mit dem ersten waren die Striche der fünften Gruppe zu unterscheiden, mit dem zweiten jene der sechsten Gruppe.

*) Dies ist die stärkste geschliffene Glaslinse, die ich in Händen gehabt habe. Es sind aber allerdings noch stärkere verfertigt worden. Fontana (*Traité sur le venin de la vipère.* p. 288) benutzte zur Untersuchung des Muskelgewebes eine Linse mit $^1/_{90}$ Zoll Brennweite: dies giebt für 8 Zoll Sehweite eine 720malige, für 25 Centimeter Sehweite eine 825malige Vergrösserung. Diese Linse soll aber noch durch Linsen von Gould (Schuhmacher's *Astronom. Nachrichten.* VIII. S. 104) übertroffen werden, von denen die stärkste nicht weniger als 1100 Male im Durchmesser vergrössern soll. Es ist aber nicht mit angegeben, für welche Sehweite diese Vergrösserung berechnet wurde, und wiederholt habe ich mich davon überzeugt, dass man sich hierin nicht immer auf die Angaben der Instrumentenmacher verlassen darf.

Mit einem Chevalier'schen Doublet, das nur 48 Male vergrösserte, waren die Striche der ersten Gruppe erkennbar, und mit einem andern, welches 317 Male vergrösserte, die Striche der sechsten Gruppe. Dagegen konnte ich mit einem Triplet von Chevalier, welches 387 Male vergrösserte, nur die Striche der fünften Gruppe wahrnehmen, woran vielleicht eine nicht ganz genaue Centrirung Schuld sein mag.

Ein Uebelstand kommt bei den Doublets und noch mehr bei den Triplets vor, das ist die geringe Entfernung der unteren Linse vom Objecte, die natürlich, auch unter den günstigen Umständen, immer kleiner ausfällt, als wenn eine einzelne Linse von gleichem Vergrösserungsvermögen genommen wird. Bei starken Vergrösserungen muss man deshalb sehr dünne Glas- oder Glimmerblättchen als Deckplättchen nehmen. Für schwächere Vergrösserungen, die zur Zergliederung auf dem Objecttische benutzt werden, hat aber Chevalier (a. a. O. S. 38) eine eigene Einrichtung erfunden: er bringt nämlich eine achromatische concave Linse oberhalb des Doublets an. Je grösser der Abstand ist, um so bedeutender ist die Vergrösserung, und so wird der Zwischenraum merklich grösser, als wenn blos ein Doublet benutzt wird. Chevalier empfiehlt diese Einrichtung nicht blos bei dem zu Zergliederungen bestimmten Mikroskope, die Augenärzte sollen sie auch zur Untersuchung von Augenkrankheiten benutzen. — Wir werden alsbald sehen, dass die späterhin von Brücke für den gleichen Zweck empfohlene Lupe auf dem nämlichen Principe beruht.

Ich habe noch einer anderen Anwendungsweise zu gedenken, wozu Chevalier (*Comptes rendus* 1841. 8. Mars) seine Doublets benutzt haben will. Er setzt nämlich ein kurzes Röhrchen oder einen Ring daran und davor kommt ein gerades Glastäfelchen, dessen Aussenfläche sich gerade in der Brennweite der Linse befindet, so dass darauf liegende Objecte mit Schärfe gesehen werden können. Damit aber der kleine Apparat auch für Augen von verschiedener Sehweite passe, ist der Ring mit dem Glastäfelchen beweglich. Diese Einrichtung soll die Stanhope'sche Linse (S. 59) ersetzen, vor der sie auch mehrfache Vorzüge hat, vor Allem die grössere Schärfe und Helligkeit; sodann kann man stärkere Vergrösserung damit erreichen, als mit dieser, und ausserdem entspricht sie dem verschiedenartigen Accommodationszustande der Augen. Nur in untergeordneten Punkten steht sie nach: sie hat ein kleineres Gesichtsfeld als die Stanhope'sche Linse, auch kostet sie natürlich mehr, als dieses einfachere Instrument.

Ich komme jetzt auf eine andere Reihe von Versuchen, die der Zeit 28
nach zum Theil mit den vorhergehenden zusammenfallen und darauf ausgingen, das einfache Mikroskop dadurch zu verbessern, dass man andere Substanzen als Glas zur Herstellung von Linsen verwendete.

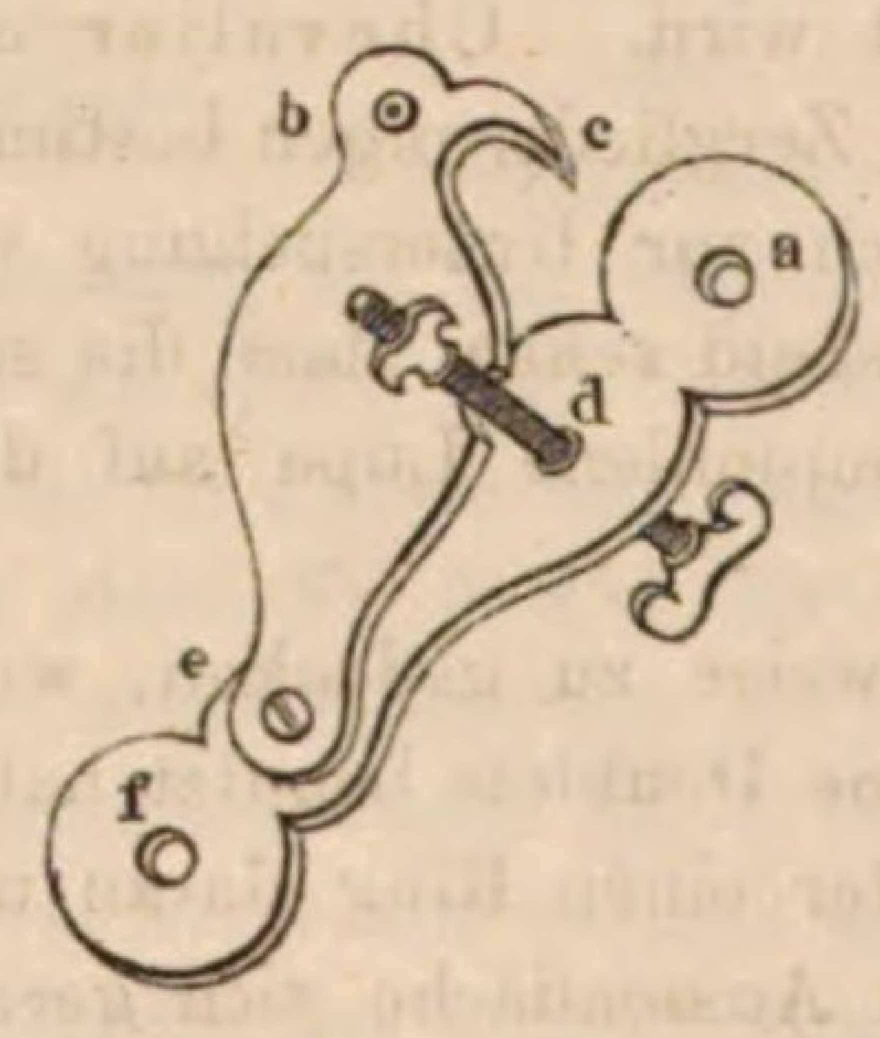
5*

Zunächst sind hier jene Körper zu nennen, die sich leichter in die Linsenform bringen lassen, als das schwer zu bearbeitende Glas.

Bereits im Jahre 1655 machte Petrus Borellus (*De vero Telescopii inventore.* Lib. II, p. 51) den Vorschlag, eine Auflösung von Fischleim dazu zu nehmen, der in kleine Aushöhlungen gegossen werden sollte, wo er beim Erkalten die linsenförmige Gestalt bekäme; solche Fischleimlinsen, meinte er, müssten selbst noch Grösseres leisten als Glaslinsen, „weil sie mit den Geweben und den Flüssigkeiten des Auges besser übereinstimmten.“ Seinen Vorschlag scheint er übrigens nicht in Ausführung gebracht zu haben, oder es würde ihm bald genug die Schwäche dieses Grundes entgegengetreten sein.

Am Ende des 17. Jahrhunderts ersann Stephen Gray (*Phil. Transactions* 1696. Nr. 221. p. 280) einen kleinen Apparat, mit dessen Hülfe ein kleiner Wassertropfen die Stelle einer Glaslinse oder eines kleinen Glaskügelchens vertreten sollte. Dieses Wassermikroskop (Fig. 39) hatte folgende Einrichtung. Zwei Metallplatten, *af* und *be*, waren durch eine Schraube *e* so verbunden, dass sich die Platte *eb* um dieselbe wie um einen Mittelpunkt drehte. So konnte bald die Spitze *c* mit daran befestigten undurchsichtigen Körpern, bald die runde Oeffnung *b*, in welche eine Flüssigkeit gebracht werden konnte, vor die Oeffnung *a* kommen. In diese Oeffnung *a*, die etwa $^1/_{30}$ Zoll gross war, wurde mit einer Nadelspitze ein Wassertropfen gebracht, der darin die Kugelgestalt annahm und als Vergrösserungslinse wirkte. Die beiden Platten wurden einander durch die Schraube *d* genähert.

Fig. 39.



Gray's Wassermikroskop.

Dieses Wassermikroskop von Gray scheint damals viel Beifall gefunden zu haben; wenigstens findet man bei Zahn (*Oculus artificialis.* Ed. 2. p. 750) und bei Bion (*Mathematische Werkschule.* 3. Aufl. 1726. S. 43) noch andere zu gleichem Zwecke zu benutzende kleine Apparate beschrieben, die ich indessen als unbedeutend mit Stillschweigen übergehe. Gray selbst (*Phil. Transact.* 1697. p. 540) hat statt Wasser auch ein Fischleimdecoct genommen.

Die Vergrösserung, welche man durch gewölbte Wasseroberflächen erzielen kann, suchte Gray auch noch auf eine andere Weise nutzbar zu machen. In eine Messingplatte von etwa $^1/_{10}$ Zoll Dicke wurde ein kleines Loch gebohrt, das noch nicht $^1/_{20}$ Zoll Durchmesser hatte. In diese cylindrische Höhle brachte er Wasser, worin sich Infusorien befanden, so dass dasselbe zu beiden Seiten kugelförmig über den Rand der Oeffnung hervorragte. Er hatte so eine kleine Cylinderlinse aus Wasser, deren

Brennpunkt im Cylinder selbst lag; daher alle Objecte, die sich in dieser Entfernung im Wasser befanden, stark vergrössert gesehen wurden.

In neuerer Zeit hat Brewster (*New philos. Instruments.* 1819. p. 413 und *Treatise on the Microscope.* 1837. p. 25) zu dem nämlichen Zwecke noch andere Flüssigkeiten benutzt, die ein stärkeres Brechungsvermögen besitzen und weniger flüssig sind, nämlich Schwefelsäure, Ricinusöl, Bernsteinöl, Terpentinfirniss, Copaivabalsam und Canadabalsam. Letzterer bewährte sich hierbei am besten. Mit der Spitze einer Nadel oder mittelst eines Haares brachte er einen kleinen Tropfen von einer dieser Flüssigkeiten auf die Unterfläche eines geraden Glastäfelchens, das vorher mit einer Natronsolution gereinigt worden war, und bekam so eine planconvexe Linse. Eine biconvexe Linse erhielt er, wenn er auch auf die obere Fläche ein solches Tröpfchen brachte. Er will auf solchem Wege Linsen bekommen haben, die zu klein waren, als dass man sie noch mit blossem Auge sehen konnte. Auch grössere Linsen mit einer fast hyperbolischen Krümmung will er auf diese Weise erhalten haben. Einige davon blieben länger als ein Jahr hindurch benutzbar, und er meint, dass sie es noch länger geblieben sein würden, wenn der Staub abgehalten worden wäre.

Dass auf solche Weise zu vorübergehendem Gebrauche ziemlich gute Linsen sich herstellen lassen, kann ich bestätigen. Am besten nimmt man dazu eines von den dünnen Deckplättchen, die gegenwärtig allgemein den Mikroskopen beigegeben werden, und darauf bringt man einen kleinen Tropfen eines ziemlich dickflüssigen Canadabalsams. Da uns aber so viele andere und bessere Mittel zu Gebote stehen, Objecte vergrössert zu betrachten, so wird man selbstverständlich nur selten, wenn überhaupt, zu diesem Hülfsmittel seine Zuflucht nehmen.

Das Nämliche gilt von den Krystalllinsen kleiner Fische, die von Brewster ebenfalls zu Mikroskopen empfohlen worden sind. Dieselben vertrocknen sehr schnell und verlieren dadurch ihre Form und ihre Durchsichtigkeit. Ausserdem ist es auch sehr schwer, dieselben immer dergestalt in die Oeffnung einer Metallplatte, die in ein Linsenröhrchen gefasst ist, zu bringen, dass ihre optische Axe genau in der Sehaxe liegt. Doch hat es sich mehrmals getroffen, dass ich recht gut durch eine solche Linse sehen konnte, und ich kann mich sogar nicht erinnern, jemals ein Bild mit mehr Schärfe und Klarheit gesehen zu haben, als wo ich einmal die Linse eines noch ganz jungen Aals benutzte, die nicht weniger als 536 Male im Durchmesser vergrösserte.

Wenn die Versuche, auf bequemere Weise, als durch das Schleifen 29
von Glaslinsen, sich einfache Mikroskope zu verschaffen, schliesslich als misslungen zu betrachten sind, so kommen wir jetzt auf eine andere Reihe von Versuchen, die besseren Erfolg gehabt haben, wenngleich auch

sie jetzt als der Geschichte verfallen gelten können, nachdem die Glaslinsen selbst späterhin so ungemeine Verbesserung erfahren haben. Ich meine nämlich das Verfertigen von Linsen aus Bergkrystall und aus verschiedenen Edelsteinen, wie Saphir, Granat, Rubin, Beryll, Topas und Diamant.

Aus den im ersten Bande (§. 38. 41. 54. 57. 123.) entwickelten theoretischen Ansichten über diesen Gegenstand ergab sich, dass Linsen aus diesen verschiedenen Substanzen, namentlich aus Diamant, vor gleich stark vergrössernden Glaslinsen wegen der auffallend geringeren chromatischen und sphärischen Aberration den Vorzug haben, während sie zugleich bei dem nämlichen Krümmungsgrade weit stärker vergrössern. Darüber schweige ich also jetzt, und nur von den Versuchen soll die Rede sein, die successiv gemacht worden sind, Linsen aus anderen Substanzen als Glas zu schleifen.

Dass schon in den allerältesten Zeiten der Bergkrystall zu linsenförmigen Stücken geschliffen worden ist, wurde oben (S. 5) angegeben. Als der erste aus neuerer Zeit ist aber hier Lippershey zu nennen, der im Jahre 1608 das Teleskop erfand, und der nach van Swinden's Untersuchungen wahrscheinlich für die von den Generalstaaten zur Untersuchung seines Instruments ernannte Commission ein Teleskop verfertigte, dessen Linsen aus Bergkrystall geschliffen waren. Zuverlässiger ist es, dass etwas später Leeuwenhoek Linsen aus Bergkrystall geschliffen hat, wovon ebenfalls früher (S. 37) die Rede war.

Ausser diesen Beiden scheint Niemand andere als Glaslinsen geschliffen zu haben, bis Brewster (*New philos. Instr.* p. 403) im Jahre 1819 sich dahin aussprach, geschliffene Diamantlinsen müssten vor Glaslinsen den Vorzug verdienen, weil der Diamant nicht nur stärker strahlenbrechend ist, sondern auch zugleich eine schwächere Farbenzerstreuung bewirkt. Er konnte damals Niemand finden, der ihm eine solche Linse zu schleifen im Stande gewesen wäre. Dagegen verfertigte ihm Hill in Edinburg (*Treatise on the Microscope*, p. 14) zwei Linsen, die eine von Rubin, die andere von Granat, die in der That Glaslinsen bei Weitem zu übertreffen schienen.

Im Jahre 1824 nahm Goring die erste Idee von Brewster wieder auf und theilte sie Pritchard mit. Nach vielen missglückten Versuchen (s. *Microscopic Cabinet*, p. 107) erreichte es Pritchard endlich am 1. December 1824, die erste Diamantlinse herzustellen, die noch einige Unvollkommenheiten hatte. Kurz nachher gelang es ihm aber, zwei planconvexe Diamantlinsen mit einem Focus von $^1/_{20}$ und $^1/_{30}$ Zoll herzustellen, die sich ganz gut fürs Mikroskop eigneten. Ausser Pritchard und Hill haben weiterhin noch Adie, Blackie und Veitch in England, Lerebours, Chevalier und Oberhäuser in Paris, Plössl in Wien Linsen aus verschiedenen Edelsteinen geschliffen.

Es ist aber nicht blos die Härte dieser Edelsteine und die im Ver-

gleiche zum Glase schwere Bearbeitung, die der Anfertigung solcher Linsen hinderlich ist, sondern im Besondern auch ihre krystallinische Structur. Bergkrystall, Saphir, Rubin und Topas, die zu den zweiaxigen Krystallen gehören, haben aus diesem Grunde auch eine doppelte Brechung, und es muss daher durchaus bei einer daraus geschliffenen Linse die optische Axe mit der Axe der doppelten Brechung zusammenfallen, was der Natur der Sache nach nur schwer mit vollkommener Genauigkeit zu erreichen ist. Der Granat gehört zum regelmässigen Systeme und hat keine doppelte Strahlenbrechung; bei ihm ist aber die Farbe hinderlich, die freilich bei sehr kleinen Linsen gar sehr in Wegfall kommt, das Gesichtsfeld aber doch immer noch einigermaassen verdüstert. Der Diamant endlich gehört auch zu den gleichaxigen Krystallen; dessenungeachtet hat man mit einzelnen daraus geschliffenen Linsen zwei oder drei Bilder beobachtet, die sich zum Theil deckten, wodurch eine solche Diamantlinse ganz unbrauchbar war. Der Ursache dieser auf den ersten Blick räthselhaften Erscheinung hat Brewster (*Treatise* p. 18. *Edinb. phil. Transact.* VIII, p. 157. *Phil. Magaz.* VII, p. 245) näher nachgeforscht. Er fand, dass viele Diamanten aus über einander liegenden Schichten von verschiedenem Brechungsvermögen zusammengesetzt sind. Wenn daher diese Schichten mit der Axe der Linse ziemlich parallel verlaufen, so kann es nicht anders kommen, als dass man durch die Linse eben so viele Bilder sieht, als besondere Schichten vorhanden sind. Ist dagegen die Linse so geschliffen, dass ihre optische Axe senkrecht auf diesen Schichten steht, dann wird deren verschiedenes Brechungsvermögen ohne Einfluss sein und es wird blos ein einfaches Bild erscheinen.

Da die Anfertigung einer Diamantlinse, selbst abgesehen von der Kostbarkeit des Materials, viel Zeit und Mühe erfordert, so ist es wichtig, dass man vor dem Schleifen das Vorhandensein und die Richtung dieser Schichten kennt. Das beste Mittel hierzu ist dieses, dass man erst zwei Flächen auf den Stein schleift und dann in einem verdunkelten Zimmer einen durch eine enge Oeffnung des Fensterladens eindringenden Sonnenstrahl darauf fallen lässt. Die Schichten und deren Richtung erkennt man dann an der verschiedenen Reflexion der Strahlen. Brewster empfiehlt noch ein anderes Mittel, nämlich den Diamanten in ein mit Zimmtöl gefülltes Glasgefäss zu legen. Wegen des starken Brechungsvermögens dieser Flüssigkeit werden alle Brechungen an den unregelmässigen Oberflächen des Diamantes weit schwächer; dieser wird daher gleichsam durchscheinend, und man sieht alle seine inneren Unvollkommenheiten eben so gut, als man die bekannten Streifen des Flintglases wahrnimmt.

Da die Herstellung von Edelsteinlinsen so mühevoll und beschwerlich ist, so sind sie auch ziemlich theuer, wie man aus folgendem Pritchard'schen Preiscourant vom Jahre 1829 (Schuhmacher's *Astrono-*

mische Nachrichten. 1829. IX, S. 51) ersieht. Für die Vergrösserung sind 10 Engl. Zoll Sehweite angenommen.

Saphirlinsen.

Brennweite.	Vergrösserung.	Preis einer Linse.	
Engl. Zoll.		Pfd.Strl.	Schill.
1/10	100	2	2
1/20	200		
1/30	300		
1/40	400		
1/50	500	3	3
1/60	600		
1/80	800	4	4
1/100	1000	5	5

Die einzelne Diamantlinse kostet 10 bis 20 Pfd. Strl.

Plössl (Schuhmacher's *Astronom. Nachrichten* IX, S. 390) hatte bald nachher folgende Preise:

Eine Diamantlinse,	Vergrösserung 300	. . .	150 Gulden.
Eine Saphirlinse,	„ 400	. . .	20 „
Linsen von Beryll, Topas u. Bergkrystall,	„ 200-300	. .	10 „

Chevalier (*Die Mikroskope* u. s. w. S. 33) sagt: eine gute Diamantlinse würde 500 Francs kosten; oder richtiger, es liesse sich kein fester Preis dafür angeben. In seinem Preiscourante von 1842 gab er 150 Francs und darüber an.

Fragt man nun die Erfahrung, so werden diese höheren Kosten keineswegs durch die höheren Leistungen solcher Linsen aufgewogen, zumal nachdem das zusammengesetzte Mikroskop so bedeutende Verbesserungen erfahren hat und um einen mässigen Preis zu bekommen ist. Ich habe niemals Gelegenheit gehabt, Diamantlinsen zu prüfen, und will mich auf das Zeugniss von Goring und Brewster verlassen, dass diese Linsen, wenn sie gut gerathen sind, sich durch grosse Helligkeit und Schärfe auszeichnen. Da aber noch nie eine damit ausgeführte Beobachtung mitgetheilt worden ist, die man nicht eben so gut mit einem aplanatischen zusammengesetzten Mikroskope oder selbst mit einem guten Doublet hätte

ausführen können, so muss ich es sehr bezweifeln, dass die grossen davon gehegten Erwartungen sich verwirklichen dürften.

Eine von Pritchard verfertigte, 5 Pfd. 5 Schill. kostende Saphirlinse befindet sich in dem Utrechter physikalischen Cabinet. Sie giebt für 25 Centimeter Sehweite eine 990malige Vergrösserung. Indem ich sie in das auf S. 64 beschriebene Wollaston'sche Mikroskop einsetzte, gelang es mir, damit die sechste Gruppe auf dem Nobert'schen Täfelchen recht gut zu erkennen, und selbst in der siebenten Gruppe waren die Striche guten Theils zu unterscheiden. Die Doublets und einfachen Linsen, deren optisches Vermögen ich auf S. 62 besprochen habe, lassen sich nicht mit dieser Linse vergleichen, weil sie ihr alle in der Vergrösserung nachstehen; dagegen hat eines von den Glaskügelchen, von denen S. 48 u. 49 die Rede war, ein fast gleich ansehnliches Vergrösserungsvermögen. Mit diesem Glaskügelchen nun, dessen Herstellung nicht mehr als ein Paar Minuten Zeit erforderte, wurde die siebente Gruppe fast gleich deutlich gesehen als die sechste Gruppe mit der kostbaren Saphirlinse! Es lässt sich dies nur so erklären, dass man annimmt, ein solches Glaskügelchen besitzt wahrscheinlich eine hyperbolische Form. Aber soviel ersieht man zur Genüge daraus, dass Edelsteinlinsen jetzt ein ganz überflüssiger Luxus geworden sind. Solches wird auch dadurch bestätigt, dass man in England, wo zuerst an ihre Anfertigung gedacht wurde, die Sache wieder hat fallen lassen. Quekett sagt wenigstens in seinem 1848 erschienenen Buche, man habe die Idee mit den Edelsteinlinsen jetzt ganz aufgegeben.

Dass auch Doublets und Triplets aus verschiedenen Edelsteinen sich eben so gut zusammensetzen lassen, als aus Glas, das versteht sich von selbst, und natürlich haben solche Vereinigungen auch den Vorzug vor einzelnen Linsen. Pritchard sowohl als Blackie haben dergleichen gearbeitet, die von Brewster (*Treatise*, p. 52) sehr gerühmt werden.

Ich sollte jetzt die Geschichte der wichtigsten Verbesserung vorneh- 30
men, die in der neueren Zeit am optischen Theile der Mikroskope stattgefunden hat, nämlich das Achromatisiren der Linsen durch die Vereinigung zweier Glassorten, die ein ungleiches Vermögen der Lichtbrechung und der Farbenzerstreuung besitzen. Da indessen der Einfluss dieser Verbesserung vorzugsweise am zusammengesetzten Mikroskope sich geltend gemacht hat, so will ich den Gegenstand lieber auf den folgenden Abschnitt versparen, und hier nur noch von den mancherlei mechanischen Vorrichtungen handeln, die gegenwärtig in Gebrauch sind, um Linsen und Linsensysteme praktisch verwendbar zu machen.

Bekanntlich theilt man diese Vorrichtungen im Allgemeinen ein in Lupen und in eigentlich sogenannte einfache Mikroskope. Es braucht wohl kaum bemerkt zu werden, dass dies eigentlich eine willkürliche Eintheilung ist, insofern sich keine scharfe Grenze zwischen diesen beiden

Classen von Instrumenten ziehen lässt. Sie gründet sich aber auf die praktische Benutzung der Linsen als Vergrösserungsgläser, und deshalb mag sie auch hier beibehalten werden.

Lupen sind im Allgemeinen einfacher eingerichtete Instrumente, die keinen eigentlichen Objecttisch haben, nur 4 bis 20 Mal vergrössern und deshalb auch keines genauen Bewegungsapparates bedürfen, wodurch das Object der Linse mehr oder weniger genähert wird.

Einfache Mikroskope im engeren Sinne sind jene Instrumente, bei denen man nicht blos Linsen oder Linsensysteme von schwacher Vergrösserung, wie bei den Lupen, sondern auch viel stärker vergrössernde benutzen kann, weshalb ein besonderer Objecttisch und ein darunter befindlicher Spiegel für durchfallendes Licht nöthig ist, sowie eine passende Bewegungseinrichtung, um die richtige Entfernung zwichen Object und Linse zu ermitteln.

Die Lupen sowohl als die einfachen Mikroskope können auf sehr verschiedene Art eingerichtet sein, entsprechend dem Zwecke, wofür das Instrument bestimmt ist, und es ist auch sehr schwierig, wenn nicht vielleicht geradezu unmöglich, ein solches Instrument dergestalt einzurichten, dass es allen Anforderungen entspricht. In der Regel muss der eine Vortheil mehr oder weniger aufgeopfert werden, um einen anderen desto eher zu erreichen.

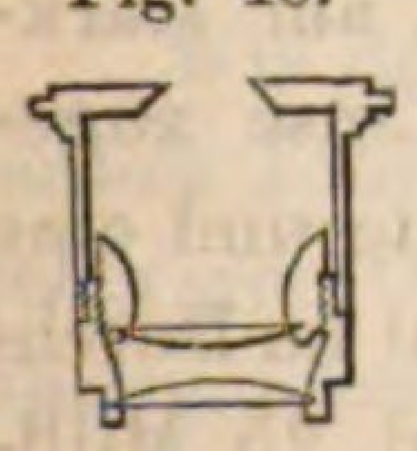
Was zuvörderst die für Lupen bestimmten Linsen betrifft, so folgt aus dem früher (I. §. 48 und folgende) Mitgetheilten, dass die am meisten gebräuchlichen Linsen, nämlich die biconvexen mit gleicher Krümmung beider Flächen, als die schlechtesten zu betrachten sind, und zwar wegen ihrer starken sphärischen Aberration. Viel besser ist eine Linse von der besten Form, wo sich die Krümmungen wie 1 : 6 zu einander verhalten. Aber fast gleich gut ist eine planconvexe Linse, die sich begreiflicher Weise auch leichter herstellen lässt, deshalb wohlfeiler ist, und ausserdem noch einen anderen Vorzug hat. Kehrt man ihre gewölbte Fläche dem Auge zu, so dass die gerade Fläche dem Objecte entspricht, dann ist die Aberration am kleinsten; wird sie umgekehrt gehalten, dann ist das Gesichtsfeld weit grösser, es ist aber auch die Aberration am grössten. Die letztere Stellung passt daher, wenn man sich eine allgemeine Uebersicht von einem Objecte verschaffen will, die erstere dagegen eignet sich besser zur genaueren Erforschung der Einzelnheiten, wenn z. B. Zergliederungen vorgenommen werden.

Wo es blos darauf ankommt, die Objecte in einem ziemlich grossen Gesichtsfelde scharf zu sehen, da sind auch die Coddington'schen Lupen oder die Vogelaugenlinsen (S. 58) ganz brauchbar. Zu Zergliederungen passen sie jedoch nicht, weil das Object der Glasoberfläche viel zu nahe kommt, und das Nämliche gilt auch von den Cylinderlupen. Diese wie die Coddington'schen Lupen lassen sich aber gut benutzen, um

Obejcte unter Wasser zu untersuchen, da sie ohne Nachtheil in dieses getaucht werden können.

Die Lupen brauchen aber nicht immer blos eine einzige Linse zu enthalten; sie können auch aus zwei oder drei Linsen bestehen, wo sie dann die mehrfach erwähnten Vorzüge der Doublets und Triplets besitzen können. Meistens zeigt sich jedoch deutlich, dass die Optiker dabei nur im Auge gehabt haben, eine möglichst grosse Anzahl Linsen von ungleichem Vergrösserungsvermögen in einem kleinen Raume zu vereinigen, ohne darauf Bedacht zu nehmen, ihre Abstände und Krümmungen so zu reguliren, dass eine Linse die andere gehörig unterstützt, um dadurch die Aberrationen zu verbessern. Man trifft auch wohl Lupen mit zwei planconvexen Gläsern, die übereinander gebracht werden können, aber nur so, dass die platten Seiten beider Linsen einander zugekehrt sind, diese sich also in der möglichst schlechten Stellung gegen einander befinden, während doch bei solcher Stellung beider Linsen, wo die eine mit ihrer gewölbten Fläche der geraden Fläche der anderen zugekehrt ist, oder wo sie beide mit ihren convexen Flächen einander zugekehrt sind, bei gleicher Vergrösserung ein weit schärferes, deutlicheres Bild entstehen würde. Noch schärfer und deutlicher wird aber dieses Bild sein, wenn die beiden Linsen nach den für Doublets im Allgemeinen aufgestellten Regeln (S. 65 u. folg.) mit einander verbunden werden und dabei zugleich die gehörige Entfernung beider Linsen von einander ins Auge gefasst wird wie bei der Fraunhofer'schen Lupe, die in Fig. 40 im Durchschnitte dargestellt ist.

Fig. 40.



Fraunhofer'sches Doublet.

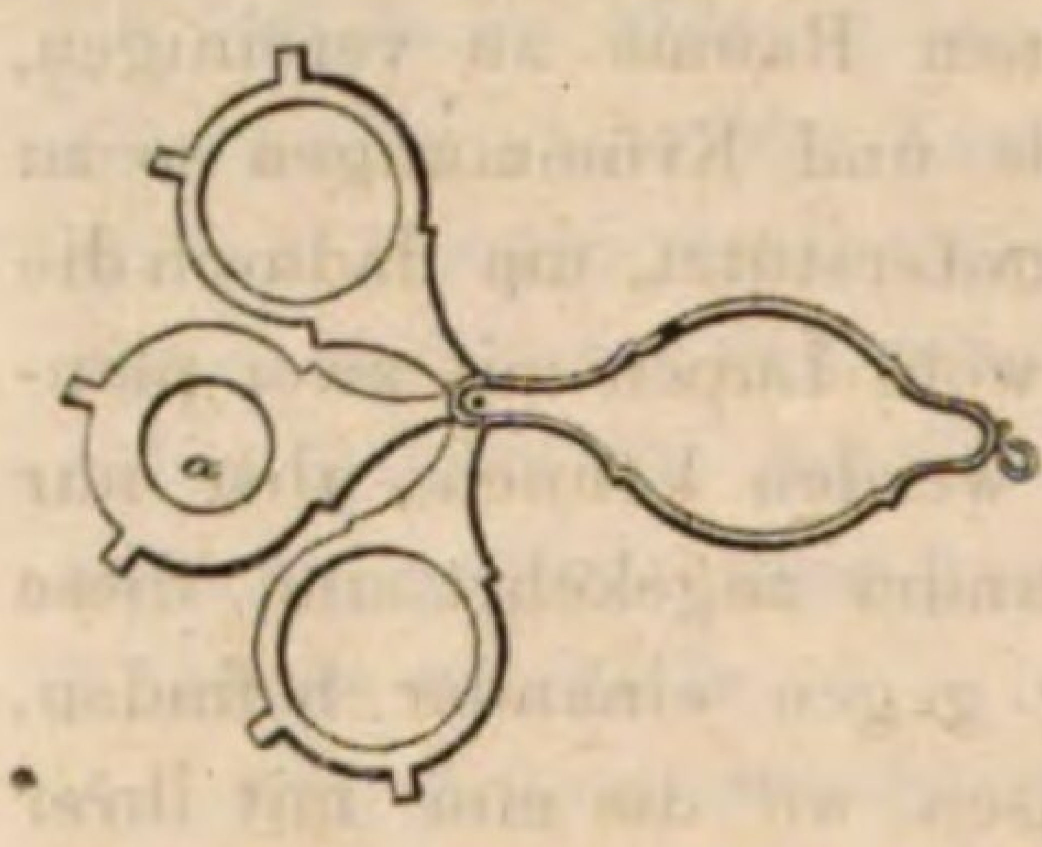
Für die meisten praktischen Zwecke, wozu man Lupen benutzt und wo nur eine schwache Vergrösserung erfordert zu werden pflegt, sind planconvexe Linsen ganz ausreichend. Will man aber eine Lupe, die noch mehr von beiderlei Aberrationen befreit ist, dann verdienen die mit achromatischen Linsen versehenen Lupen den Vorzug, die zuerst von Plössl angefertigt wurden, und die man jetzt bei den meisten mikroskopischen Instrumentenmachern bekommt. Käme es besonders darauf an, ein ansehnlich grosses Gesichtsfeld zu haben, dann ständen Herschel's periskopisches Doublet (Fig. 32) und die Lupe mit cylindrischen Flächen (Fig. 29) oben an.

Die Art und Weise, wie eine Linse oder eine Vereinigung von Lin- 31
sen zu einer Lupe gefasst wird, ist keineswegs gleichgültig; es kommt mit darauf an, welche Bestimmung die Lupe hat. Soll ein grosser Theil des Objectes auf einmal übersehen werden, dann darf die Hülse, welche die Linse umgiebt, wenig oder gar nicht über diese hervorragen, damit das Auge dicht an die Linse gebracht werden kann. Sollen dagegen hauptsächlich die in der Mitte des Gesichtsfeldes liegenden Objecte oder

Theile desselben genau gesehen werden, dann ist es besser, wenn, wie in Fig. 40, die Linse oder das Linsensystem an den Grund einer kurzen Kapsel kommt, deren Deckel mit einer Oeffnung für das Auge versehen ist.

Für Sacklupen ist die gewöhnlichste und gewiss auch zumeist empfehlenswerthe Form jene, wie in Fig. 41, die aber noch auf verschiedene Art modificirt werden kann, und wo 1, 2, 3, 4 oder selbst noch mehr Linsen angebracht sein können. Eine solche Sacklupe oder Taschenlupe gehört zu den nützlichsten, ja zu den unentbehrlichen Instrumenten jedes Naturforschers, und deshalb wird es nicht am unrechten Orte sein, wenn ich hier etwas über ihre beste Einrichtung angebe, zumal die Erfahrung lehrt, dass die so ganz einfachen Principien, auf denen die Zusammensetzung dieses kleinen Apparates beruht, gleichwohl von Vielen nicht verstanden oder doch nicht in Anwendung gebracht werden. Ohne indessen das bereits Besprochene über die verschiedenen Formen der Linsen und deren hier zu wählende Combinationen zu wiederholen, will ich lieber als Muster die Maasse und die Brennweiten der Linsen einer Sacklupe angeben, die, wenn auch nicht allen, so doch den meisten Zwecken, wozu ein solches Instrument benutzt wird, vollkommen genügt.

Fig. 41.



Taschenlupe.

Die beiden Linsen sollen planconvex sein und so stehen, dass, wenn sie zusammen benutzt werden, die Convexität der kleineren, am stärksten vergrössernden Linse der geraden Fläche der anderen Linse zugekehrt ist. Die schwächere Linse soll 50 Millimeter Brennweite und eine Oeffnung von 25 Millimeter haben; sie vergrössert dann 6 Mal im Durchmesser. Die stärkere Linse kann 15 Millimeter Oeffnung und 25 Millimeter Brennweite haben, wo sie dann 11 Mal vergrössert. Werden diese beiden Linsen so gefasst, dass ihre optischen Mittelpunkte, wenn sie übereinander sich befinden, 5 Millimeter von einander abstehen, dann hat die Combination 18 Millimeter Brennweite und sie vergrössert 15 Mal. Wünscht man übrigens für einen bestimmten Zweck schwächere oder stärkere Combinationen, so lassen sich die Brennweiten der erforderlichen Linsen nach den früher (I. §. 111, 112, 124) entwickelten Gesetzen berechnen. Das in Fig. 41 bei *a* abgebildete Diaphragma kommt, wenn die Lupe als Doublet gebraucht wird, zwischen die beiden Linsen: die Oeffnung kann für die eben beschriebenen Linsen 5 Millimeter im Durchmesser haben.

Ob zur übrigen Fassung der Lupe Metall, Schildpatt, Elfenbein oder Horn genommen wird, das ist ziemlich gleichgültig. Beim Ankaufe

einer Lupe muss aber noch auf zwei Punkte geachtet werden, einmal nämlich, ob die Linsen so über einander gebracht werden können, dass ihre optischen Axen zusammenfallen, und zweitens, ob die Linsen in ihren Hülsen gehörig befestigt sind. Bei vielen im Handel vorkommenden Sacklupen, die eine hörnerne Hülse haben, werden die Linsen ebenfalls durch Hornringe gehalten, die in die Oeffnung eingeleimt sind. Trägt man ein solches Instrument in der Tasche, so tritt in Folge der Hautausdünstung und wegen der Hygroskopicität des Horns und des Leims alsbald der Fall ein, dass der Ring locker wird und die Linse herausfällt. Elfenbeinringe eignen sich besser dazu; am besten aber sind Metallringe, aussen mit einem Schraubendraht versehen, der in die Oeffnung eingeschraubt werden kann.

Hier ist auch der Ort, von der Brücke'schen Lupe zu reden, die 32
ihr Erfinder nach einem von ihm selbst zusammengesetzten Apparate beschrieben hat (*Sitzungsberichte der K. K. Akad. zu Wien.* 1851. VI. S. 554). Sie beruht auf dem Principe, dass, wenn eine concave Linse in verschiedenen Abständen über eine convexe Linse oder ein Linsensystem gebracht wird, die zu erzielende Vergrösserung innerhalb gewisser Grenzen nach Willkür erhöht werden kann.

Offenbar ist es Brücke unbekannt geblieben, dass Chevalier (*Die Mikroskope* u. s. w. S. 38) dieses Princip schon vor vielen Jahren in Anwendung brachte, und dass er eine solche Einrichtung, bestehend aus einer achromatischen concaven Linse und einem Doublet, nicht blos beschrieben, sondern auch, ganz gleich wie Brücke, als besonders passend für die Untersuchung der Augen empfohlen hat.

Wie dem auch sei, Brücke hat seine Lupe àus den zwei achromatischen Linsen eines aplanatischen zu einem Plössl'schen Mikroskope gehörigen Oculares und aus einem gewöhnlichen concaven Glase eines Operngucker's zusammengesetzt, die durch ein Rohr von 9 Centimeter Länge und 4 Centimeter Durchmesser verbunden sind. Er bekam so für 8 Par. Zoll Sehweite eine Vergrösserung von 6,6 Mal und das Auge blieb 16,5 Centimeter von dem zu untersuchenden Gegenstande entfernt. Der Durchmesser des Gesichtsfeldes betrug 14 Millimeter.

Später hat Nachet Lupen gefertigt, welche ziemlich mit den Brücke'schen übereinstimmen. Es sind zwei in einander verschiebbare Röhren, wie bei einem gewöhnlichen kleinen Operngucker. Vorn befindet sich an dem weiteren Rohre ein Doublet aus zwei planconvexen Linsen von 24 Millimeter Durchmesser, deren convexe Flächen einander zugekehrt sind und deren gemeinschaftliche Brennweite 50 Millimeter beträgt. An dem entgegengesetzten Ende der engeren Röhre befindet sich eine biconcave (nicht achromatische) Linse. Beide sind 4,4 Centimeter von einander entfernt, wenn die Röhren zusammengeschoben sind, dagegen 6,7

Centimeter, wenn die innere Röhre ganz ausgezogen ist. Der Abstand des Objectes von der Vorderfläche des Doublets beträgt 7,6 Centimeter. Ist die concave Linse am meisten genähert, dann beträgt die Vergrösserung das 5,6fache für 25 Centimeter, der Durchmesser des Gesichtsfeldes ist 14 Millimeter und das Auge ist 14,1 Centimeter vom Objecte abstehend. Ist dagegen das innere Rohr ganz ausgezogen, dann hat man eine neunmalige Vergrösserung, das Gesichtsfeld hat 8 Millimeter Durchmesser und der Abstand des Auges beträgt 16,2 Centimeter.

Aus diesen Daten kann man sich über die praktische Brauchbarkeit dieses kleinen Instrumentes ein Urtheil bilden. In Fällen, wo man nur einen kleinen Theil eines Objectes auf einmal zu übersehen braucht und wo es zugleich recht wünschenswerth ist, das Auge wie die Lupe in gehöriger Entfernung davon zu haben, z. B. zum Untersuchen von Augen, von Exanthemen, verdient dasselbe vor einer gewöhnlichen gleich stark vergrössernden Lupe den Vorzug, und Brücke's Verdienst ist es, neuerdings darauf aufmerksam gemacht zu haben. Wo man jedoch unter der Lupe arbeiten muss, wie bei anatomischen Untersuchungen, da bringt dieses Instrument wenig Vortheil; denn es wird der kleine Durchmesser des Gesichtsfeldes nicht durch die grössere Entfernung des Objectes aufgewogen, die ja auch bei einfachen gleich stark vergrössernden Lupen immer noch gross genug ist, dass man ohne Mühe darunter arbeiten kann.

33 Wenn die Lupe zu Zergliederungen oder zu anderen feinen Handarbeiten benutzt wird, so muss sie an einem passenden Gestelle befestigt sein, dass die Linse in gehöriger Entfernung vom Objecte festgestellt werden kann. Man hat mehrfache derartige Gestelle.

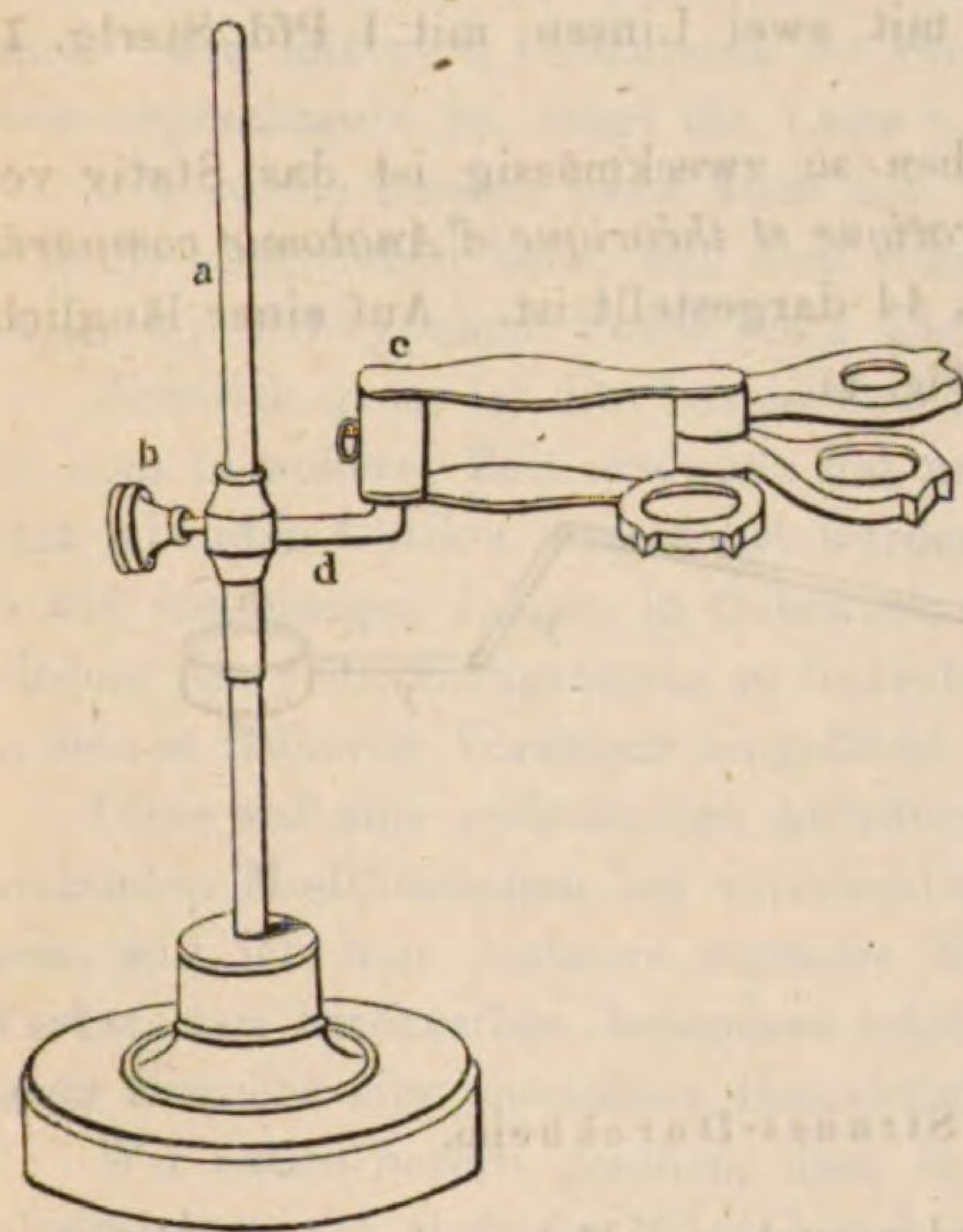
Der weiter oben beschriebene Lupenträger Joblot's (Fig. 17, S. 52), der späterhin von Trembley etwas modificirt wurde, und den Lyonet (Fig. 20) mit einem besonderen Objecttische und einem darunter befindlichen Spiegel versah, ist gewiss derjenige, welcher am leichtesten das Vergrösserungsglas nach den meisten Richtungen zu bewegen gestattet, da er nach allen Seiten beweglich ist. Aber gerade in dieser grossen Beweglichkeit liegt der Grund, warum ein solcher Lupenträger bei vielfachem Gebrauche bald unbrauchbar wird, da die Kugelgelenke sich abnutzen und schlottern.

Besser, wenngleich in der Anwendung beschränkter, sind deshalb andere Lupenträger, von denen ich noch ein Paar beschreiben will, die sich durch ihre Zweckmässigkeit empfehlen.

Sehr einfach ist die Einrichtung, welche nach Quekett von Lister angegeben und von Smith und Beck in London ausgeführt wurde (Fig. 42). Eine gewöhnliche Sacklupe hat am hintern Ende bei *c* eine vierseitige Oeffnung, in welche der vierseitige rechtwinkelig umgebogene

Stab *d* passt; dieser aber sitzt an einer kleinen Hülse, die an der Stange *a* auf- und abgleitet und mittelst der Klemmschraube *b* festgestellt werden kann. Das Fussgestell ist solides Messing. Uebrigens sind schon seit vielen Jahren Lupenträger in Gebrauch gewesen, die mehr oder weniger Aehnlichkeit mit dieser Einrichtung hatten.

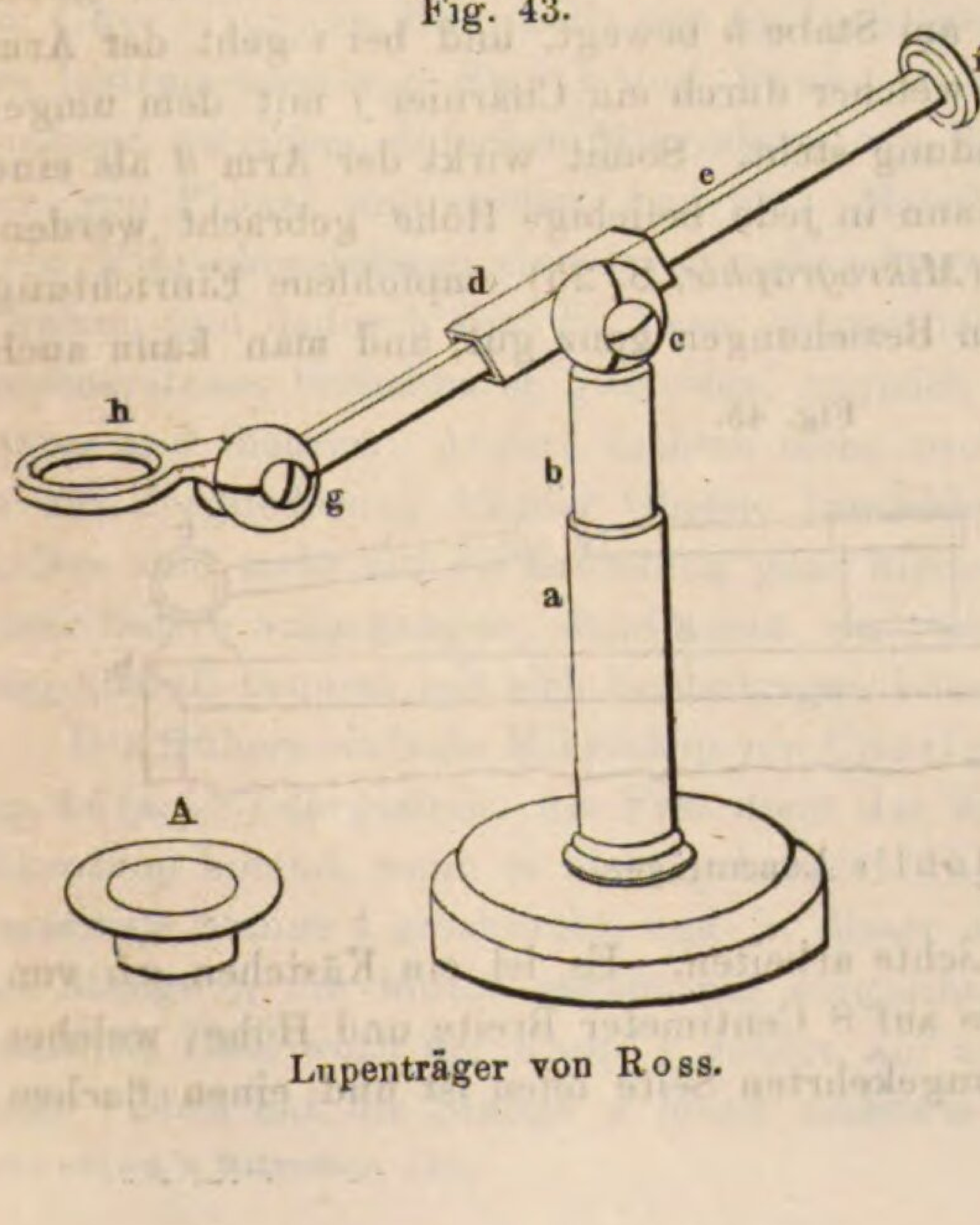
Fig. 42.



Lister's Lupenträger.

Noch brauchbarer, aber auch zusammengesetzter und theurer, ist der Lupenträger von Ross, welcher nach Quekett in Fig. 43 dargestellt ist. Er hat ein rundes $1^1/_2$ engl. Zoll messendes Fussstück mit einem kurzen Rohre *a*, worin ein zweites Rohr *b* sich auf- und niederschiebt. Dasselbe hat oben ein Schraubengelenk *c*, woran die vierseitige Hülse *d* befestigt ist. In dieser bewegt sich der vierseitige Stab *e*, der an dem einen Ende ein zweites Gelenk *g* und den Ring *h* hat, bestimmt für Linsen, welche in Röhrchen wie *A* gefasst sind. Durch das Gelenk *c* lässt sich der vierseitige Stab auf- und abbewegen, so dass die Linse in die gehörige Entfernung vom Objecte kommen kann, und da der Stab *e* in der Hülse *d* sich bewegt, so kann die Entfernung zwischen Linse und Stativ vergrössert oder vermindert werden. Das Gelenk *g* dient dazu, die Linse horizontal oder auch wohl unter einem Winkel zu stellen, unter

Fig. 43.

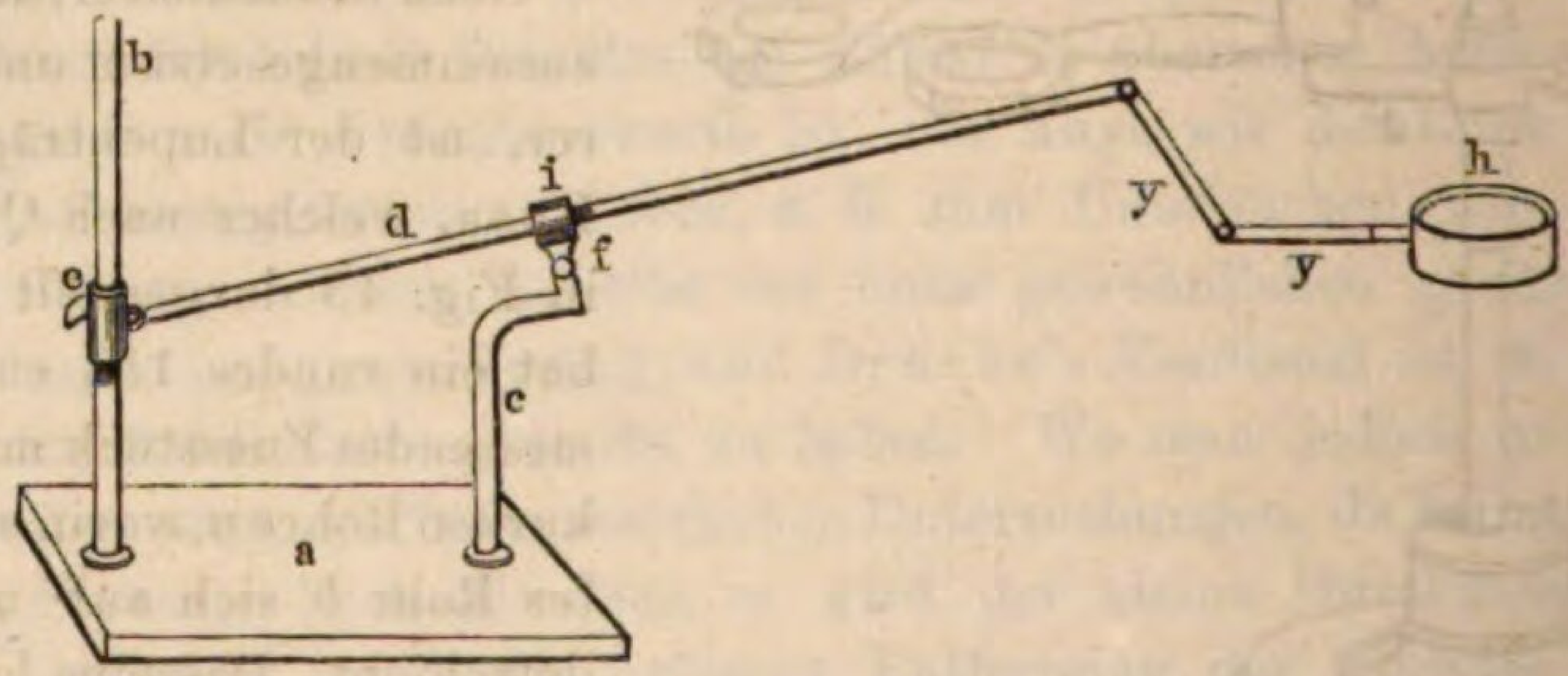


Lupenträger von Ross.

welchem man das Object zu sehen wünscht. Wird die Röhre *b* mehr oder weniger ausgezogen, so kann man die Entfernung zwischen dem Tische und dem gegliederten Arme abändern. In dem Preiscourante von Ross steht dieser Lupenträger mit zwei Linsen mit 1 Pfd. Sterlg. 14 Schilling.

Weit einfacher und fast eben so zweckmässig ist das Stativ von Strauss-Durckheim (*Traité pratique et théorique d'Anatomie comparée.* Par. 1842. I, p. 72), welches Fig. 44 dargestellt ist. Auf einer länglich-

Fig. 44.

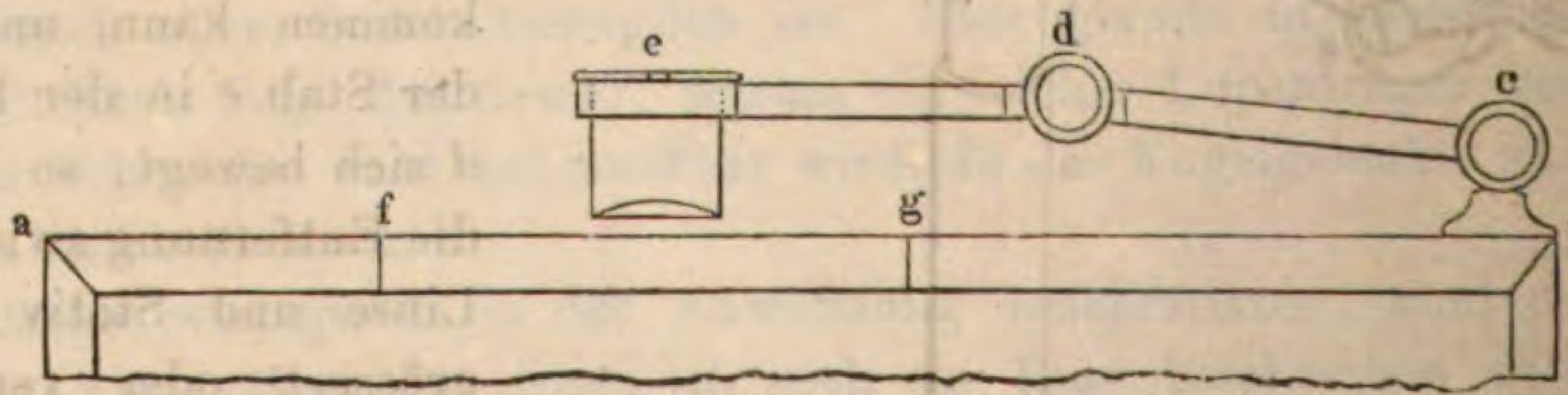


Lupenträger von Strauss-Durckheim.

vierseitigen Platte *a* aus Metall oder auch aus Holz, aber mit Blei eingelegt, stehen zwei messingene Stäbe *b* und *c* von ungleicher Länge. Der Arm *d*, der mit zwei Gelenken *yy* versehen ist, trägt die Lupe. Der ungegliederte Theil dieses Armes ist bei *e* durch ein Charnier mit einem Ringe verbunden, der sich am Stabe *b* bewegt, und bei *i* geht der Arm durch einen zweiten Ring, welcher durch ein Charnier *f* mit dem umgebogenen Arme *c* in Verbindung steht. Somit wirkt der Arm *d* als eine Art Hebel, und die Lupe kann in jede beliebige Höhe gebracht werden.

Auch die von Mohl (*Mikrographie*, S. 25) empfohlene Einrichtung (Fig. 45) ist in den meisten Beziehungen ganz gut, und man kann auch

Fig. 45.



Mohl's Lupenträger.

damit bei durchfallendem Lichte arbeiten. Es ist ein Kästchen *ab* von 15 bis 20 Centimeter Länge auf 8 Centimeter Breite und Höhe, welches an der einen dem Fenster zugekehrten Seite offen ist und einen flachen

Spiegel enthält, der sich um eine Axe dreht und durch einen rechterseits hervorragenden Knopf bewegt werden kann; oben aber, bei *fg*, hat dasselbe eine Oeffnung, die durch eine Glasplatte verschlossen werden kann. Ein mit zwei Charnieren *dc* versehener Arm, der an jenem Kästchen angeschraubt ist, trägt die Lupe *e*.

Für solche Zwecke passt auch der Tisch, den ich im zweiten Bande (Fig. 3) beschrieben habe, auf dem auch verschieden gestaltete Lupenträger mit beweglichem Fusse Platz finden können.

Ziemlich gross ist die Anzahl der Stative für einfache Mikroskope, 34
die man in neuerer Zeit ersonnen hat und die noch meistens durch die jetzt lebenden Optiker ausgeführt werden, wenngleich sie jetzt nicht mehr so wie vor einigen Jahren in Gebrauch sind, weil das einfache Mikroskop, seitdem das zusammengesetzte so bedeutende Verbesserungen erfuhr, viel an seinen früheren Vorzügen eingebüsst hat.

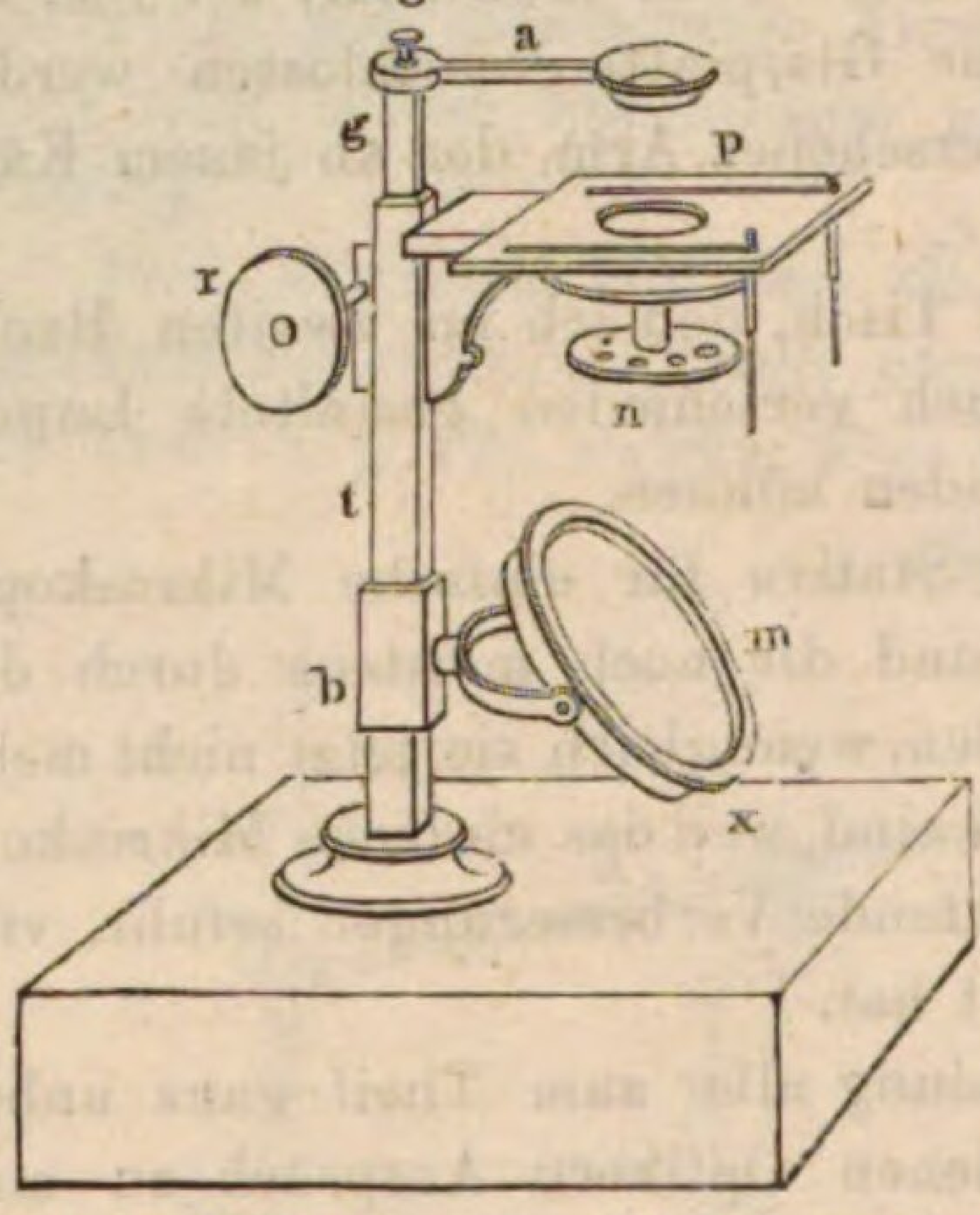
Ohne auf eine vollständige Aufzählung aller zum Theil ganz unbedeutenden Modificationen bei verschiedenen Optikern Anspruch zu machen, will ich hier mehrere einfache Mikroskope aus den bekanntesten Werkstätten beschreiben, besonders solche, die in der einen oder der anderen Hinsicht eine speciellere Berücksichtigung verdienen.

Wir haben bereits gesehen, dass in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts das einfache Mikroskop durch Cuff eine senkrecht stehende Stange mit einem daran befestigten Objecttische und einem beweglichen Linsenträger bekam. Eine im Wesentlichen ganz damit übereinstimmende Einrichtung sehen wir noch heutiges Tages an den Mikroskopen von Ch. Chevalier, an Raspail's von Deleuil gefertigtem Mikroskope, an den Instrumenten von Smith und Beck, an Pritchard's Taschenmikroskope, an einem einfachen Mikroskope von Ross, an jenem von Körner, von Plössl und vielen Anderen. Manche indessen haben auch ihren Mikroskopstativen eine davon mehr oder weniger abweichende Form gegeben, und dadurch sind sie zwar, namentlich für starke Linsen und Linsensysteme, brauchbarer geworden, zugleich aber auch zusammengesetzter und theurer. Andere suchten mehr nach einer Einrichtung, um sie zur Zergliederung kleiner Objecte brauchbar zu machen. Wieder Andere sind mehr auf die Erfindung ganz kleiner und möglichst compendiöser Sative ausgegangen, damit man ein stark vergrösserndes Mikroskop überall bequem mit sich herumtragen könne.

Das frühere einfache Mikroskop von Charles Chevalier in Paris ist Fig. 46 (a. f. S.) dargestellt. Als Fuss dient das Kästchen *x*, in welches das Mikroskop kommt, wenn es nicht gebraucht wird. Darauf wird die hohle vierseitige Stange *t* geschraubt, und in dieser steckt eine andere vierseitige Stange *g*, die hinten sägeförmig eingeschnitten ist und durch ein gezahntes Rad, wozu der Knopf *r* gehört, auf und nieder bewegt werden kann. Oben hat die Stange *g* einen rechtwinkelig damit verbundenen

Arm *a*, an dessen Ende sich ein Ring befindet für die verschiedenen

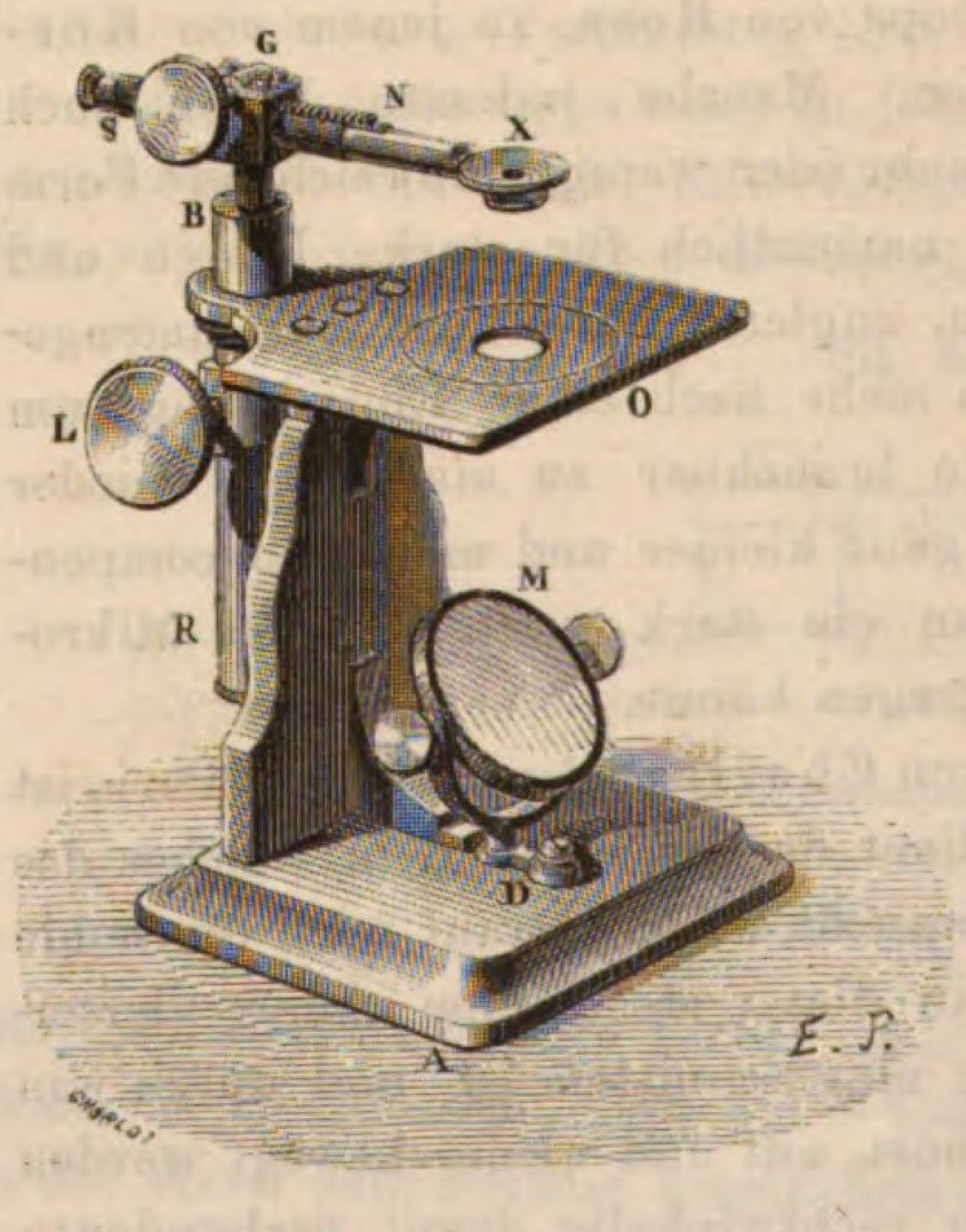
Fig. 46.



Einfaches Mikroskop von Ch. Chevalier.

Doublets, die zu diesem Mikroskope gehören. Die vierseitige Platte *p*, die in der einen Richtung 8, in der anderen 6 Centimeter misst, dient als Objecttisch: sie hat in der Mitte eine runde Oeffnung, unter welche die drehbare Scheibe *n* mit ungleich grossen Oeffnungen kommt, die als Diaphragma dient, um das Licht auf entsprechende Weise zu mässigen. Der Spiegel *m* ist auf der einen Seite concav, auf der anderen eben, und lässt sich durch die vierseitige Hülse *b* an *t* auf- und abschieben. Die Gesammthöhe des Stativs ist 14 Centimeter. Von den zugehörigen Doublets (s. S. 65) zeichnen sich namentlich die weniger stark vergrössernden, die am meisten und vortheilhaftesten benutzt werden, durch vorzügliche Nettigkeit und Schärfe des Bildes aus. — In Chevalier's Preiscourant von 1842 stand dieses Mikroskop mit zwei Doublets für 70 Francs. Das einzelne Doublet von 10 Linien (11malige Vergrösserung) bis zu einer Linie (110malige Vergrösserung) Brennweite kostet 10 Francs, ein solches von einer halben Linie (220malige Vergrösserung) 15 Francs, und eins von einer viertel Linie (440malige Vergrösserung) 20 Francs.

Fig. 47.



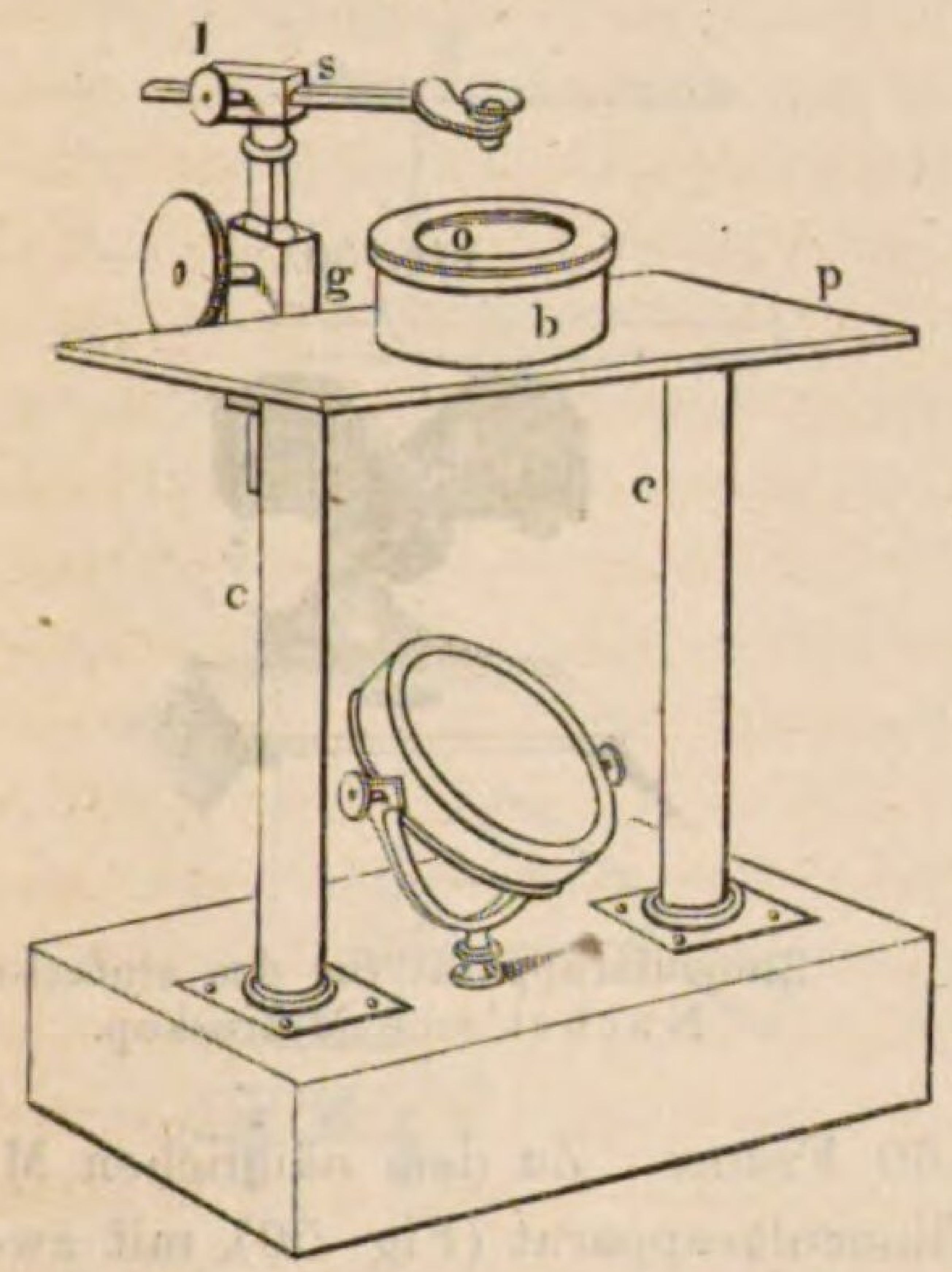
Einfaches Mikroskop von Arthur Chevalier.

Der Preis des Mikroskopes mit einem vollständigen Satze von 7 Doublets und einer achromatischen Concavlinse war 150 Francs.

Der Sohn Arthur Chevalier liefert ein ähnliches Mikroskop noch um den gleichen Preis, und hat noch ein stärkeres Doublet von ⅕ Linie Brennweite (500malige Vergrösserung) zugefügt, das 25 Francs kostet. Er macht auch noch andere etwas mehr zusammengesetzte Stative, die natürlich auch theurer sind. In Fig. 47 ist ein solches einfaches Mikroskop dargestellt, dessen die Linse tragender Arm durch einen Trieb vorwärts und rückwärts, so wie nach rechts und links bewegt werden kann.

Ch. Chevalier hat auch eine Beschreibung und Abbildung des anatomischen Mikroskopes von Lebaillif (Fig. 48) gegeben. Hier ruht ein breiter vierseitiger Objecttisch *p* auf zwei soliden runden Säulen *cc*. An diesem Ojecttische ist das Stativ *g* befestigt. Die Bewegung erfolgt in der nämlichen Weise, wie an des älteren Chevalier Mikroskope; nur lässt sich der Linsenarm *s* durch ein gezahntes Rad in der Hülse *l* hin- und herschieben. In die runde Oeffnung des Objecttisches kommt die mit einem Glasdeckel *o* bedeckte Trommel *b*, die sich auf- und niederschieben, also höher und niedriger stellen lässt.

Fig. 48.



Lebaillif's anatomisches Mikroskop.

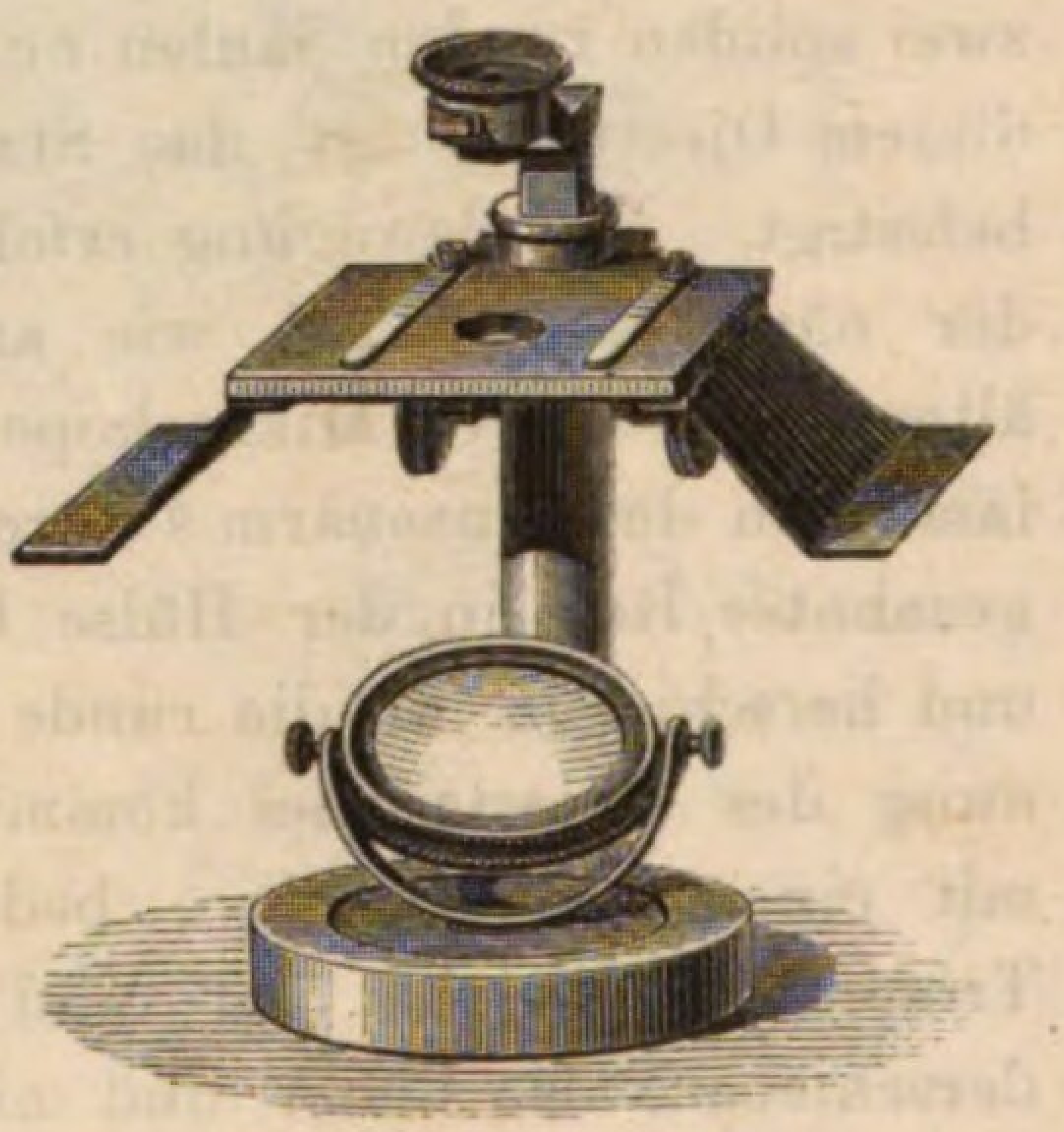
Für den genannten Zweck, nämlich um Zergliederungen unter der Linse vorzunehmen, ist dieses Mikroskop gewiss ganz zweckmässig eingerichtet, im Besonderen ist der grosse Objecttisch anerkennenswerth, der sich auf zwei Säulen stützt und dadurch feststeht. Die Hände finden einen Stützpunkt auf dem Objecttische zu beiden Seiten der Trommel, auf welche das zu zergliedernde Object zu liegen kommt. Die Beweglichkeit des Linsenarms *s* dürfte weniger nöthig sein; denn das Object wird wohl immer auf einem Glastäfelchen oder in einem kleinen Troge mit Flüssigkeit liegen, und diese lassen sich mindestens eben so leicht verschieben oder unter die Linse bringen. Dazu kommt noch, dass sich auch die Beleuchtung verändert, wenn die Linse über einen anderen Theil des Objecttisches zu liegen kommt.

Ferner liefert Nachet in Paris einfache, mit Doublets versehene Mikroskope. Sehr zweckmässig ist jenes eingerichtet, welches er nach der Angabe von Cosson ausgeführt hat. Dasselbe wird durch keinen hölzernen Fuss getragen, sondern der lange und deshalb zum Aufstützen der Hände sehr geeignete Objecttisch ruht auf drei kurzen Messingsäulchen. Auch lässt sich, wenn man will, daraus ein zusammengesetztes Mikroskop herstellen. Blos mit drei Doublets versehen, kostet es 50 Francs. Kommen zwei Objecttivsysteme und ein Ocularrohr hinzu, so steigt der Preis auf 120 Francs. Um diesen verhältnismässig geringen Preis hat man ein für die meisten Untersuchungen ausreichendes Instrument.

Auch liefert Nachet einfache Mikroskope, die ausdrücklich für Zergliederungen bestimmt sind. Das in Fig. 49 (a. f. S.) dargestellte Instru-

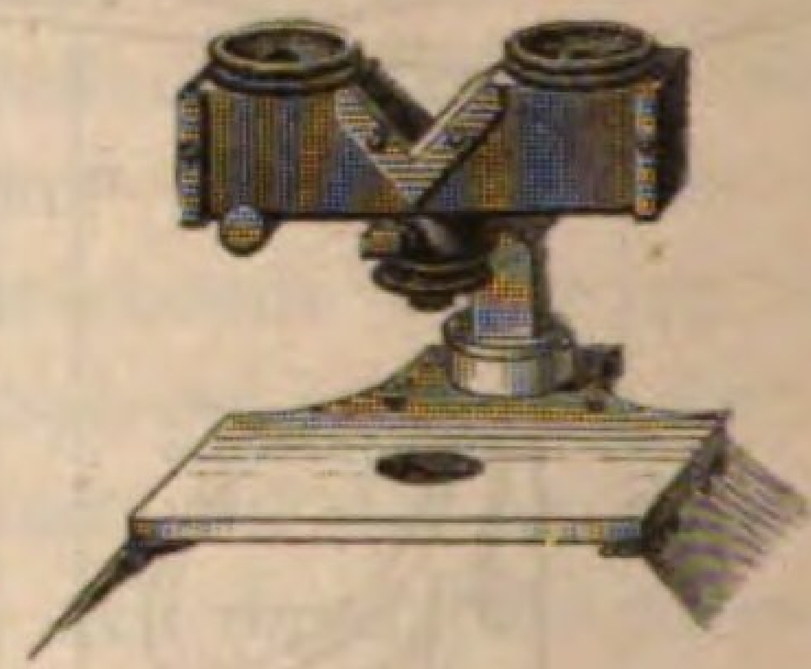
ment hat zu beiden Seiten des breiten vierseitigen Objecttisches eine schief geneigte Platte mit horizontal umgebogenem Rande, zum Auflegen

Fig. 49.



Nachet's Dissectionsmikroskop.

Fig. 50.



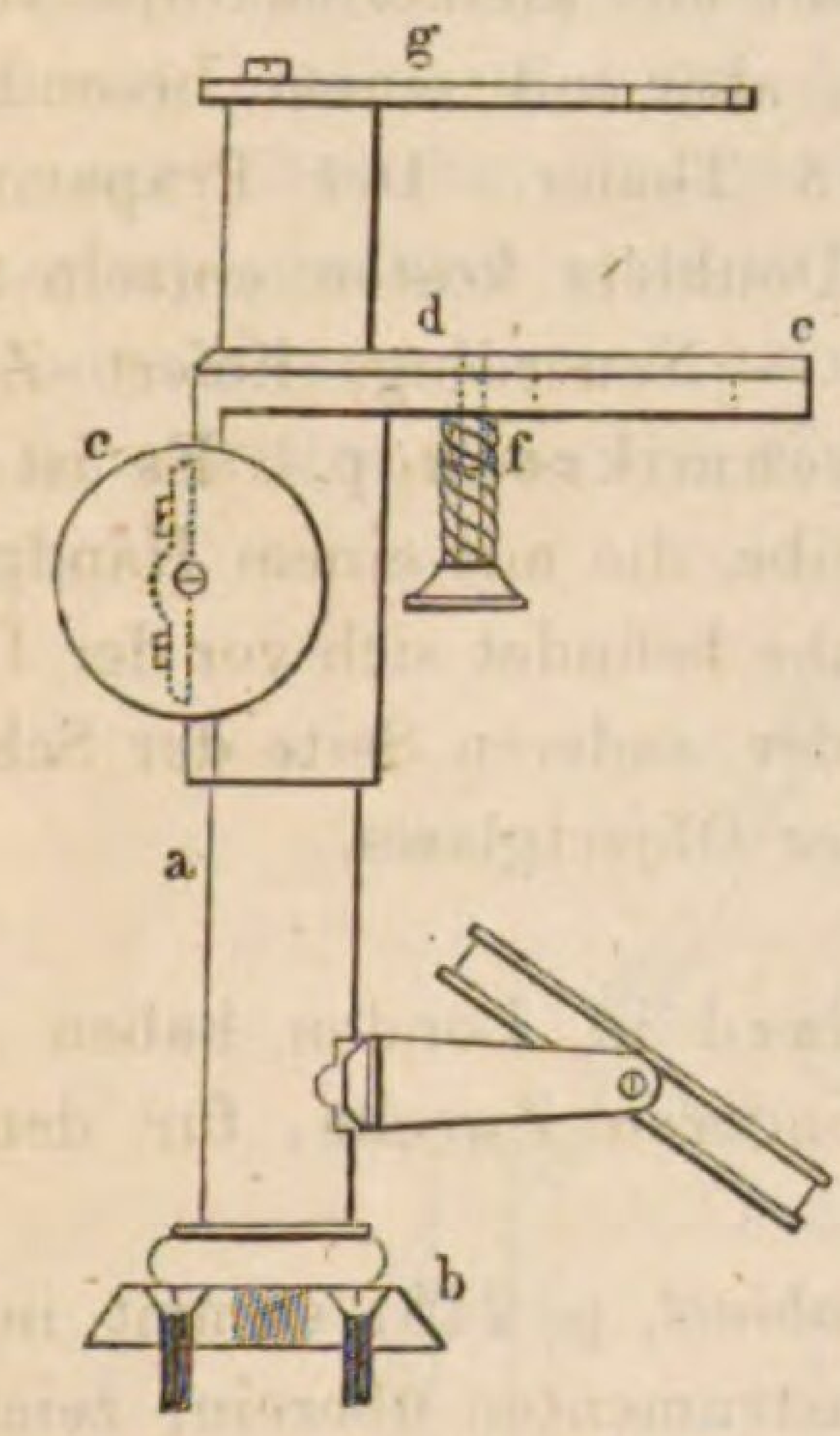
Binoculärapparat für das einfache Nachet'sche Mikroskop.

der Hände; es kostet mit 2 Doublets 60 Francs. Zu dem nämlichen Mikroskope liefert Nachet auch einen Binoculärapparat (Fig. 50), mit zwei dazu gehörigen Doublets, ebenfalls um 60 Francs.

35 Das einfache Mikroskop von Simon Plössl in Wien ist Fig. 51 dargestellt. Es hat eine dreiseitige Stange von 10 Centimeter Höhe, an deren hinterer Seite die Säge für den Trieb *c* angebracht ist. Zusammen mit dem kleinen Kasten, auf dessen Deckel der Ring *b* zur Aufnahme der Stange des Mikroskopes geschraubt ist, hat das Mikroskop 15 Centimeter Höhe. Der Objecttisch *d* wird durch den Trieb nach der Linse hin bewegt; er ist vierseitig, 3 Centimeter breit und hat eine Oeffnung von 2 Centimetern. Auf seiner oberen Fläche befindet sich eine hufeisenförmige Klemmfeder *e*, welche durch die Spiralfeder *f* nach unten gezogen wird. Der für die Linsen bestimmte Arm *g* kann in horizontaler Richtung um seinen Befestigungspunkt an der Spitze der Mikroskopstange gedreht werden. Zur Beleuchtung dient ein Hohlspiegel von 2,5 Centimeter Durchmesser. An diesem Mikroskope, das ich nicht selbst kenne, rühmt Mohl die Einfachheit; tadelnswerth findet er aber daran, dass der Objecttisch sich nach der Linse zu bewegt und zu klein ist, auch dass eine Einrichtung zur Modificirung der Beleuchtung fehlt. Ausserdem erachtet er die Klemmfeder und die horizontale Drehung des Linsenarmes für überflüssig. Auf Plössl's Preiscourant steht dieses Mikroskop mit 3 Doublets von 12- bis 100facher Vergrösserung mit 30 Conventions-Gulden, mit 6 Doublets von 12- bis 300facher Vergrösserung mit 56 Conventions-Gulden.

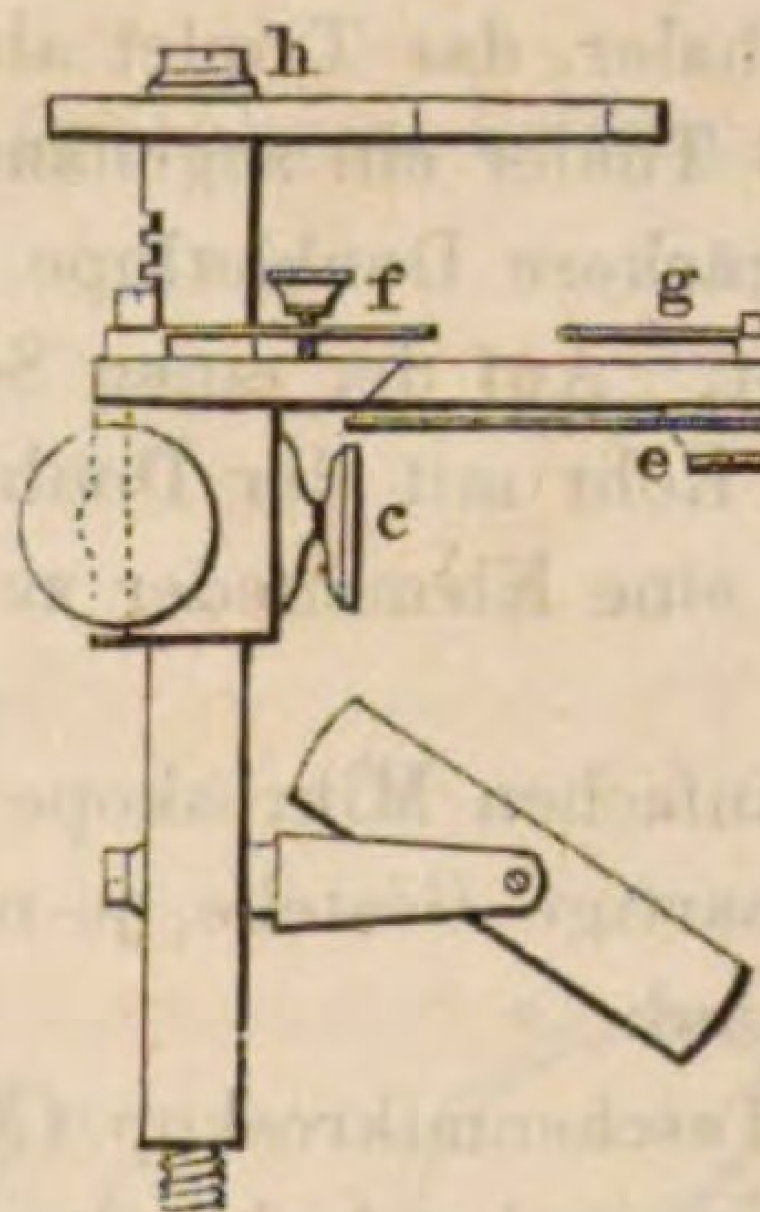
Das einfache Mikroskop von Körner in Jena (Fig. 52), wie ich es bei Mohl abgebildet finde, stimmt mit dem vorhergehenden ziemlich über-

Fig. 51.



Einfaches Mikroskop von Plössl.

Fig. 52.



Einfaches Mikroskop von Körner.

ein. Die vierseitige Stange ist 8 Centimeter hoch und hat auf der hinteren Seite die Säge für den Trieb. Der Objecttisch *d* ist vierseitig, gut 3 Centimeter breit, und kann durch die Klemmschraube *c* an der Stange festgestellt werden. Der Linsenarm *h* gestattet eine horizontale Drehung. Zur Beleuchtung dient ein Hohlspiegel von 2,5 Centimeter Durchmesser, und unter dem Objecttische befindet sich noch ein drehbares Diaphragma *e* mit zwei Oeffnungen. Auf dem Objecttische selbst sind noch zwei Klemmfedern *f* und *g* angebracht, von denen die bei *f* durch eine Schraube in Spannung versetzt werden kann. Dieses Mikroskop wurde von Schleiden (*Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik.* 2. Aufl. 1845. I, S. 97) sehr gerühmt; nach seiner Beschreibung gehören dazu 4 Doublets, die bei einer 15- bis 120fachen Vergrösserung helle und schöne Bilder geben. Dagegen fand Mohl (*Mikrographie* S. 57) die stärkeren Doublets sehr mittelmässig, und obgleich ihm die ganze Einrichtung nicht unzweckmässig vorkommt, so findet er doch den beweglichen Objecttisch und die Klemmfedern auf demselben weniger passend. Uebrigens kostete ein solches Mikroskop nur 17 Thaler.

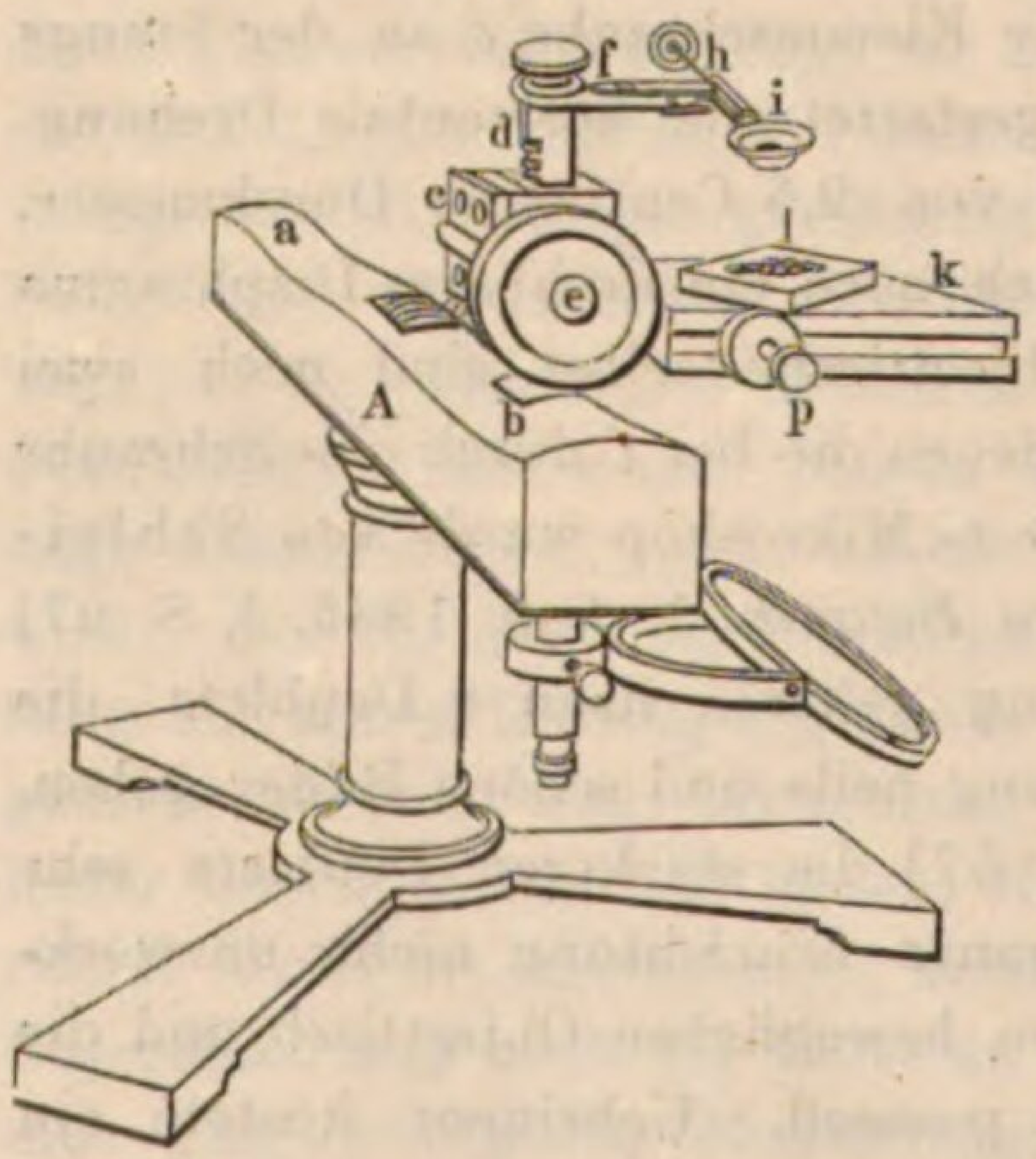
Die einfachen Mikroskope von Carl Zeiss in Jena wurden von Schleiden (*Augsb. Allg. Zeitung* 1847. Nr. 289 und 297. *Grundzüge der Botanik.* 3. Aufl. I, S. 98) und später auch von Schacht (*Das Mikroskop und seine Anwendung*, 1851. S. 22. *Botan. Zeitung* 1852. S. 598) angepriesen; namentlich sollen sie zum Präpariren auf dem Objecttische sehr

geeignet sein. Nach dem neuesten Preiscourante gehören dazu 4 Doublets mit 15-, 30-, 60- bis 120maliger Vergrösserung. Das vollständige Mikroskop kostet 26 Thaler, mit den drei schwächeren Vergrösserungen aber nur 18 Thaler. Das nämliche Instrument mit kleinerem Objecttische und den drei schwächeren Vergrösserungen, aber mit einem besonderen Präparirfusse versehen, liefert Zeiss für 13 Thaler. Der Präparirfuss allein kostet 20 Groschen. Die genannten Doublets kosten einzeln 2, 2, 3 und 3 Thaler, das Triplet aber 6 Thaler. — Neuerdings liefert Zeiss auch um 3 Thaler ein sogenanntes Trichinenmikroskop. Es ist einfach eine stärkere Doubletlupe in einer Scheibe, die mit einem Handgriffe versehen ist. Auf der einen Seite der Scheibe befindet sich vor der Linse ein kurzes Rohr mit der Doubletlinse, auf der anderen Seite der Scheibe findet sich eine Klemmfeder zur Fixirung des Objectglases.

36 Die einfachen Mikroskope von Pritchard in London haben sehr verschiedenartige Gestelle, je nach dem besonderen Zwecke, für den sie bestimmt sind.

Sein Taschenmikroskop (*Microscopic Cabinet*, p. 243) stimmt in der Hauptsache mit den bisher beschriebenen Instrumenten überein, zeichnet sich aber durch die compendiöse Form aus, da es im Ganzen noch nicht 6 Centimeter hoch ist, und man kann es bequem bei sich führen; zu Zergliederungen indessen ist es nicht passend. Dafür ist das Fig. 53 abgebildete Mikroskop ausdrücklich bestimmt. Auf einem schweren Dreifusse steht eine feste runde Messingsäule, womit die übrigen Theile des Gestells verbunden sind. *A* ist ein Holzkloben, der bei *a* und *b* etwas ausgehöhlt ist, um die Arme aufzunehmen. In dem daran sitzenden vierseitigen Stücke *c* bewegt sich der gezahnte Stab *d* auf und nieder, wenn der Knopf *e* gedreht wird. Der Arm *f* lässt sich herumdrehen; am Ende *h* hat er ein Kugelgelenk, wodurch der Linsenträger *i* nach allen Richtungen beweglich wird. Der vierseitige Objecttisch *k* hat einen Schlitten, dessen beide Knöpfe bei *p* hervorragen, und ein vierseitiges Kästchen *l* mit Glasboden, wohinein die zum Zergliedern bestimmten Objecte kommen.

Fig. 53.



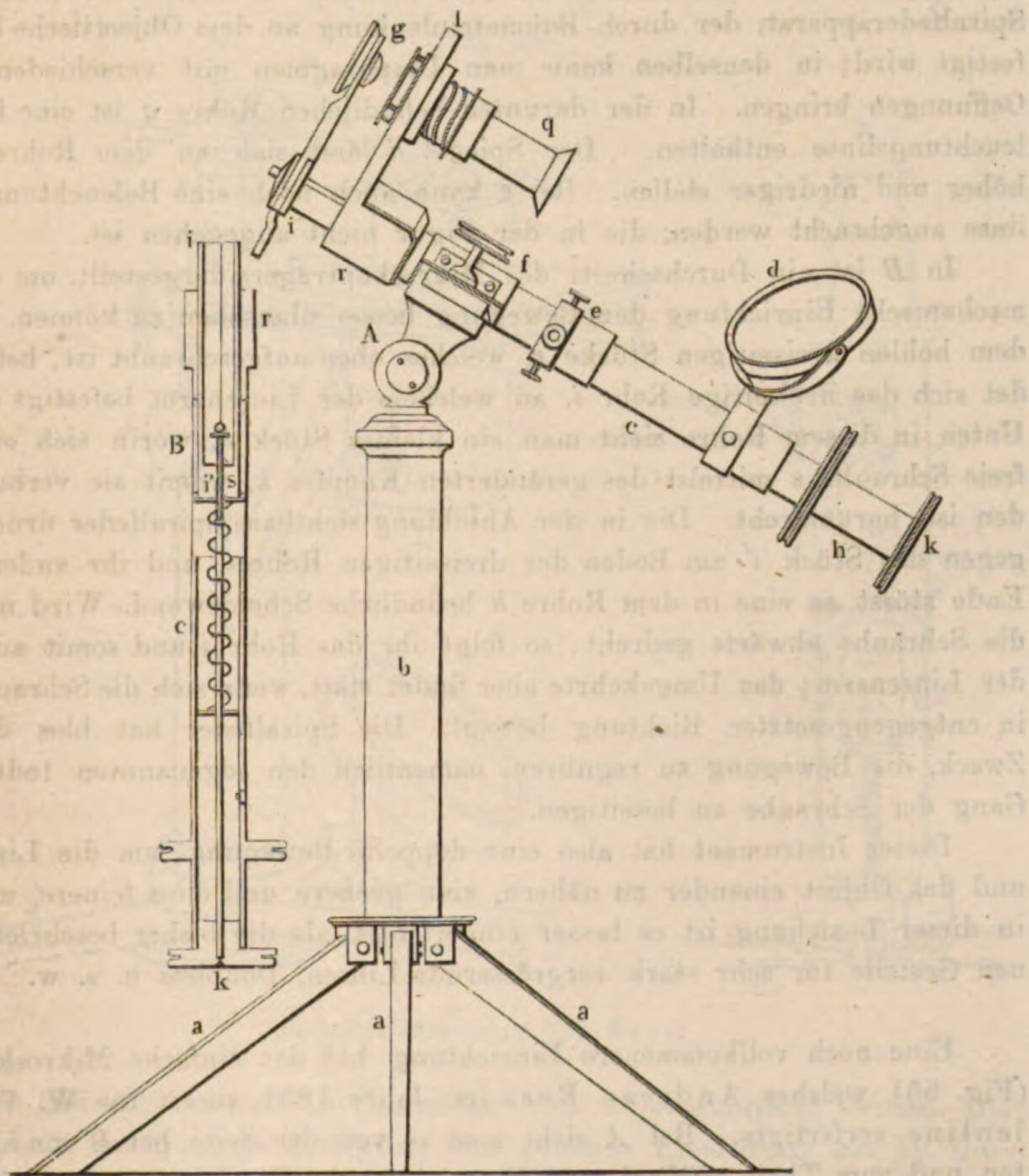
Dissectionsmikroskop von Pritchard.

Es lässt sich nicht leugnen, dass dieser Apparat in vielen Hinsichten

seinem Zwecke entspricht; doch ist er auch ohne Noth sehr complicirt und dadurch theuer. Ein hölzerner Kloben zum Auflegen der Arme ist freilich besser als eine Unterlage von Metall, weil Holz ein schlechterer Wärmeleiter ist. Dadurch aber, dass diese Holzmasse am Mikroskope selbst angebracht ist, wird dasselbe sehr schwer und erfordert deshalb eine ungewöhnliche Festigkeit, obwohl das Gleiche bei jedem anderen Mikroskope dadurch erreicht werden kann, dass man seitlich Blöcke von passender Höhe und Form hinlegt.

Ein drittes einfaches Mikroskop von Pritchard ist Fig. 54 darge-

Fig. 54.



Einfaches Mikroskop von Pritchard.

stellt. Bei *A* sieht man das ganze Instrument in geneigter Stellung, es kann aber auch vertical oder horizontal stehen. Die runde Säule *b* ruht

auf drei Füssen *a a a*. Oben ist mit dieser Säule durch ein Charniergelenk die Hülse *f* verbunden, worin der eigentliche Mikroskopträger (er besteht aus Röhren) mittelst einer Klemmschraube festgestellt wird. In dem Rohre *c* bewegt sich ein Rohr *h*, durch eine Schraube verbunden, welche durch sie hindurch bis zum dreiseitigen Stabe oder Rohre *i* geht, dem Träger des Linsenarms, der die Linse bei *g* aufnimmt. Die Linse wird dem Objecte zunächst genähert durch Auf- und Niedergleiten des Rohres *h*, und eine genaue Einstellung wird durchs Umdrehen des geränderten Knopfes *k* erreicht. Der Objecttisch *l* ist an das dreiseitige Stück *r* befestigt. Zum Festhalten der Objecttäfelchen und Schieber dient ein Spiralfederapparat, der durch Bajoneteinlenkung an dem Objecttische befestigt wird; in denselben kann man Diaphragmen mit verschiedenen Oeffnungen bringen. In der darunter befindlichen Röhre *q* ist eine Beleuchtungslinse enthalten. Der Spiegel *d* lässt sich an dem Rohre *c* höher und niedriger stellen. Bei *e* kann auch noch eine Beleuchtungslinse angebracht werden, die in der Figur nicht angegeben ist.

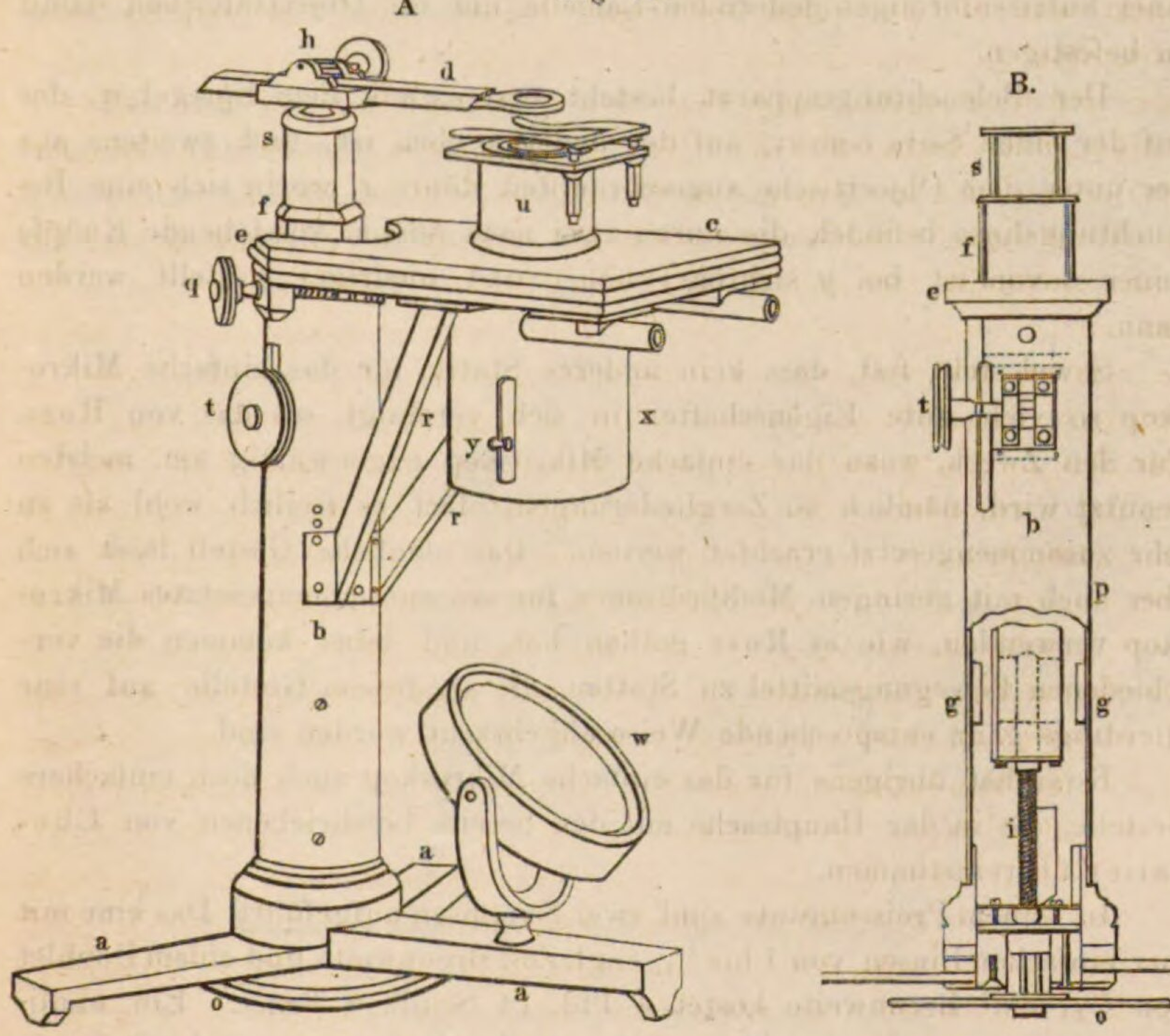
In *B* ist ein Durchschnitt des Mikroskopträgers dargestellt, um die mechanische Einrichtung der Bewegung besser übersehen zu können. In dem hohlen dreiseitigen Stücke *r*, welches oben aufgeschraubt ist, befindet sich das dreiseitige Rohr *i*, an welchem der Linsenarm befestigt ist. Unten in diesem Rohre sieht man ein kleines Stück *i'*, worin sich eine freie Schraube *s* mittelst des geränderten Knopfes *k*, womit sie verbunden ist, herumdreht. Die in der Abbildung sichtbare Spiralfeder drückt gegen das Stück *i'* am Boden des dreiseitigen Rohres, und ihr anderes Ende stösst an eine in dem Rohre *h* befindliche Scheidewand. Wird nun die Schraube abwärts gedreht, so folgt ihr das Rohr *i* und somit auch der Linsenarm; das Umgekehrte aber findet statt, wenn sich die Schraube in entgegengesetzter Richtung bewegt. Die Spiralfeder hat blos den Zweck, die Bewegung zu reguliren, namentlich den sogenannten todten Gang der Schraube zu beseitigen.

Dieses Instrument hat also eine doppelte Bewegung, um die Linse und das Object einander zu nähern, eine gröbere und eine feinere, und in dieser Beziehung ist es besser eingerichtet, als die bisher beschriebenen Gestelle für sehr stark vergrössernde Linsen, Doublets u. s. w.

37 Eine noch vollkommenere Einrichtung hat das einfache Mikroskop (Fig. 55), welches Andreas Ross im Jahre 1831 zuerst für W. Valentine verfertigte. Bei *A* sieht man es von der Seite, bei *B* von hinten und zum Theil geöffnet, um die mechanische Einrichtung deutlicher zur Ansicht zu bringen. Auf dem Dreifusse *a a a* steht eine feste hohle Säule *b*, an welche der Objecttisch *c* befestigt ist. Doch wird dieser ausserdem noch durch die beiden schiefen Stücke *r r* getragen. Oben an der Säule ist durch drei Schrauben ein Capital *e* befestigt mit einer

dreiseitigen Höhle in der Mitte, worin sich das dreiseitige Rohr *f* befindet, dessen unteres Ende durch ein ähnlich gestaltetes Rohr (*B. gg*) im Inneren der Säule *b* tritt. Dieses dreiseitige Rohr bewegt sich mittelst der feststehenden Schraube *i*, welche mit dem geränderten Knopfe *o* unterhalb der Säule in Verbindung steht, auf und nieder. Dadurch wird die feine Einstellung erzielt. An der Spitze und am Boden des dreiseitigen Rohres, bei *g* und nahe bei *p*, befinden sich zwei Stücke mit dreiseitiger Aushöhlung, um den dreiseitigen Stab *s* aufzunehmen, der durch einen Trieb und den geränderten Knopf *t* auf und nieder bewegt wird; dadurch wird aber die gröbere Einstellung bewirkt, und es kann die

Fig. 55.



Einfaches Mikroskop von Ross.

Linse dadurch bis auf 7,5 Centimeter vom Objecte entfernt werden. Die Schraube zur feineren Bewegung und genauen Einstellung hat 50 Umgänge auf einen englischen Zoll. Der geränderte Knopf *o* aber ist nach Solly's Vorschlage in 100 Theile getheilt. Man kann daher die Auf- und Niederbewegung nach $1/_{5000}$ des englischen Zolls bestimmen, und hat darin ein Mittel zur Hand, um die Dicke der unter der Linse befindlichen Objecte zu messen.

Der Arm *d*, welcher die Linse trägt, ist an die dreiseitige Stange *s* durch ein kegelförmiges Stück befestigt, auf dem er sich horizontal drehen kann, und der Arm selbst kann durch den Trieb bei *h* verlängert und verkürzt werden. Man kann somit die Linse über alle Punkte des Objecttisches bringen.

Der grosse Objecttisch *c* besteht aus drei Platten: die unterste ist an die Säule befestigt, die beiden anderen sind darauf beweglich mittelst zweier Schrauben, deren eine bei *q* sichtbar ist, während die andere hinter dem Objecttische versteckt bleibt. Durch diese beiden Schrauben wird der Objecttisch in zwei Richtungen, die rechtwinkelig auf einander stehen, bewegt. Auf der oberen von den drei Platten steht die Trommel *u* mit einer hufeisenförmigen federnden Lamelle, um die Objecttäfelchen damit zu befestigen.

Der Beleuchtungsapparat besteht erstens aus dem Spiegel *w*, der auf der einen Seite concav, auf der anderen eben ist, und zweitens aus der unter dem Objecttische angeschraubten Röhre *x*, worin sich eine Beleuchtungslinse befindet, die durch zwei nach aussen vorstehende Knöpfe (einer davon ist bei *y* sichtbar) höher und niedriger gestellt werden kann.

Soviel steht fest, dass kein anderes Stativ für das einfache Mikroskop so viele gute Eigenschaften in sich vereinigt, als das von Ross. Für den Zweck, wozu das einfache Mikroskop gegenwärtig am meisten benutzt wird, nämlich zu Zergliederungen, darf es freilich wohl als zu sehr zusammengesetzt erachtet werden. Das nämliche Gestell lässt sich aber auch mit geringen Modificationen für ein zusammengesetztes Mikroskop verwenden, wie es Ross gethan hat, und dabei kommen die verschiedenen Bewegungsmittel zu Statten, die an diesem Gestelle auf eine allerdings ganz entsprechende Weise angebracht worden sind.

Ross hat übrigens für das einfache Mikroskop auch noch einfachere Gestelle, die in der Hauptsache mit den bereits beschriebenen von Chevalier übereinstimmen.

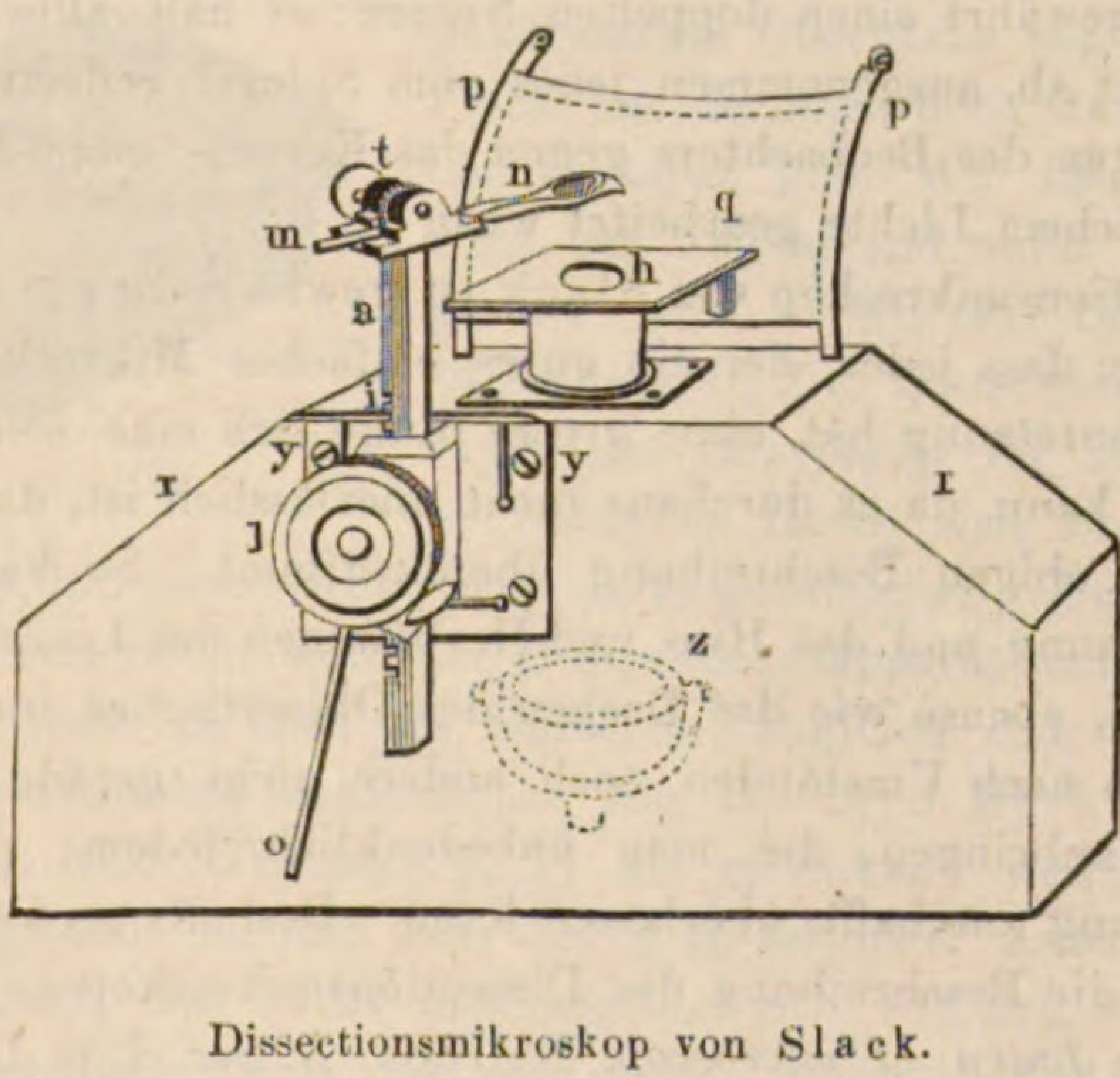
In seinem Preiscourante sind zwei Nummern aufgeführt. Das eine mit vier einfachen Linsen von 1 bis $^1/_{10}$ engl. Zoll Brennweite und einem Doublet von $^1/_{20}$ Zoll Brennweite kostet 4 Pfd. 14 Schill. 6 Pence. Ein ähnliches mit einem grösseren Objecttische zu Zergliederungen und mit besseren Bewegungsmitteln kostet 6 Pfd. 16 Schill. 6 Pence. Doublets von $^1/_{10}$ bis $^1/_{30}$ Zoll Brennweite kosten 15 Schill. bis 1 Pfd. 10 Schill.; ein Triplet von $^1/_{40}$ Zoll Brennweite 2 Pfd. 10 Schill.; einzelne Linsen von $^1/_4$ bis $^1/_{80}$ Zoll Brennweite 5 Schill. bis 1 Pfd. 10 Schill.

Ganz einfach, aber zweckmässig eingerichtet sind auch die einfachen Mikroskope von Smith und Beck; von den Chevalier'schen unterscheiden sie sich nur durch einen runden ringförmigen Objecttisch und eine dahin kommende Glasscheibe, wie im ursprünglichen Cuff'schen Mikro-

skope. Auch die von Powell haben eine solche Einrichtung, daher ich mich nicht bei ihnen aufhalte, so wenig als bei manchen anderen, z. B. den Taschenmikroskopen von Carry, von Dollond u. s. w., die sich in keiner irgend wesentlichen Beziehung von den bereits beschriebenen unterscheiden. Vom letzteren sei nur erwähnt, dass er die frühere Leeuwenhoek'sche Methode eingehalten hat, wonach die Linsen nicht in Röhrchen, sondern zwischen Täfelchen befestigt werden; und das verdient allerdings bei stark vergrössernden Linsen den Vorzug, weil das Gesichtsfeld grösser wird in Folge der grösseren Annäherung des Auges zur Linse. Diese Täfelchen sind 50 Millimeter lang und 12 Millimeter breit, und beim Gebrauche kommen sie in eine Rinne am oberen Ende der Mikroskopstange; es fehlt daher der gewöhnliche Linsenarm.

Hier darf die von Slack (*Transactions of the Society of Arts*, Vol. 49) 38
ersonnene Einrichtung nicht übergangen werden, die mir unter allen Dissectionsmikroskopen dem Zwecke am besten zu entsprechen scheint. Man sieht sie in Fig. 56 von hinten. Es gehört dazu ein hölzerner Kasten

Fig. 56.



Dissectionsmikroskop von Slack.

von 18 Centimeter Höhe und 10 Centimeter Breite. An der oberen Fläche sind die Theile *r r* geneigt, um die Arme darauf zu stützen; sie bilden Quadrate von 10 Centimeter, während der horizontale Theil dazwischen 15 Centimeter lang und 10 Centimeter breit ist. Am Boden dieses Kastens und zwar in der Mitte steht ein grosser runder Spiegel *z*, der auf die bei den Mikroskopen gebräuchliche Weise in einem Bügel aufgehängt ist. Gerade darüber hat der Kasten oben eine runde Oeffnung, in welche der Objecttisch *h* geschraubt wird; derselbe steht auf einem 2,5 Centime-

ter hohen Rohre, um welches er sich in horizontaler Richtung dreht, damit das Object in jegliche passende Stellung gebracht werden kann. Die Einrichtung für den Linsenträger und für dessen Annäherung zum Objecte befindet sich auf der Hinterfläche des Kastens. Eine senkrechte Stange *a* von 15 Centimeter Länge, die auf der einen Seite sägeförmig gezahnt ist, trägt den Linsenarm *mn*, und dieser lässt sich nicht nur horizontal herumdrehen, sondern auch durch den Trieb *t* verlängern und verkürzen. Das Auf- und Niederbewegen der Stange und des daran befestigten Linsenarmes geschieht durch ein Zahnrad, mit welchem der geränderte Knopf *l* in Verbindung steht, der 5 Centimeter Durchmesser hat und somit eine ziemlich genaue Einstellung gestattet, die übrigens noch genauer ausgeführt werden kann mittelst des Hebels *o*, der in eine Reihe von Höhlungen am Rande des Knopfes *l* passt. Diese ganze Partie steht mit einer Messingplatte *i* in Verbindung, die sich auf einer anderen an den Kasten angeschraubten Platte *y* bewegt. Sollen durchsichtige Objecte zergliedert werden, dann kommt der aus schwarzem Zeug bestehende Schirm *q* vor den Objecttisch, und wird mittelst zweier kleinen Stäbe *pp* befestigt, die etwas nach vorn umgebogen sind, damit sie den Kopf nicht behindern. Dieser Schirm gewährt einen doppelten Nutzen: er hält alles von aussen kommende Licht ab, ausgenommen jenes vom Spiegel reflectirte, und er schützt die Augen des Beobachters gegen das Kerzen- oder Lampenlicht, falls bei künstlichem Lichte gearbeitet wird.

Das Dissectionsmikroskop von Slack ist gewiss recht gut eingerichtet. Es ist aber klar, dass jeder, der ein gutes einfaches Mikroskop von einfacher Zusammensetzung hat, ohne grosse Mühe sich eine solche Einrichtung herstellen kann, da es durchaus nicht unerlässlich ist, dass alles ganz genau mit der obigen Beschreibung übereinstimmt. So kann z. B. die horizontale Drehung und das Hin- und Herbewegen des Linsenarmes ohne Nachtheil fehlen, ebenso wie das Drehen des Objecttisches um seine Axe. Auch lassen sich nach Umständen noch andere nicht gerade wesentliche Modificationen anbringen, die man unbedenklich jedem, der sich eine solche Einrichtung anschafft, überlassen kann. Deshalb verweise ich auch nur einfach auf die Beschreibung des Dissectionsmikroskopes von James Smith (*Quart. Journ. of microscop. Sc.* 1861. N. Ser. I. p. 10), das nach Slack's Principien eingerichtet, dabei aber etwas compendiöser ist.

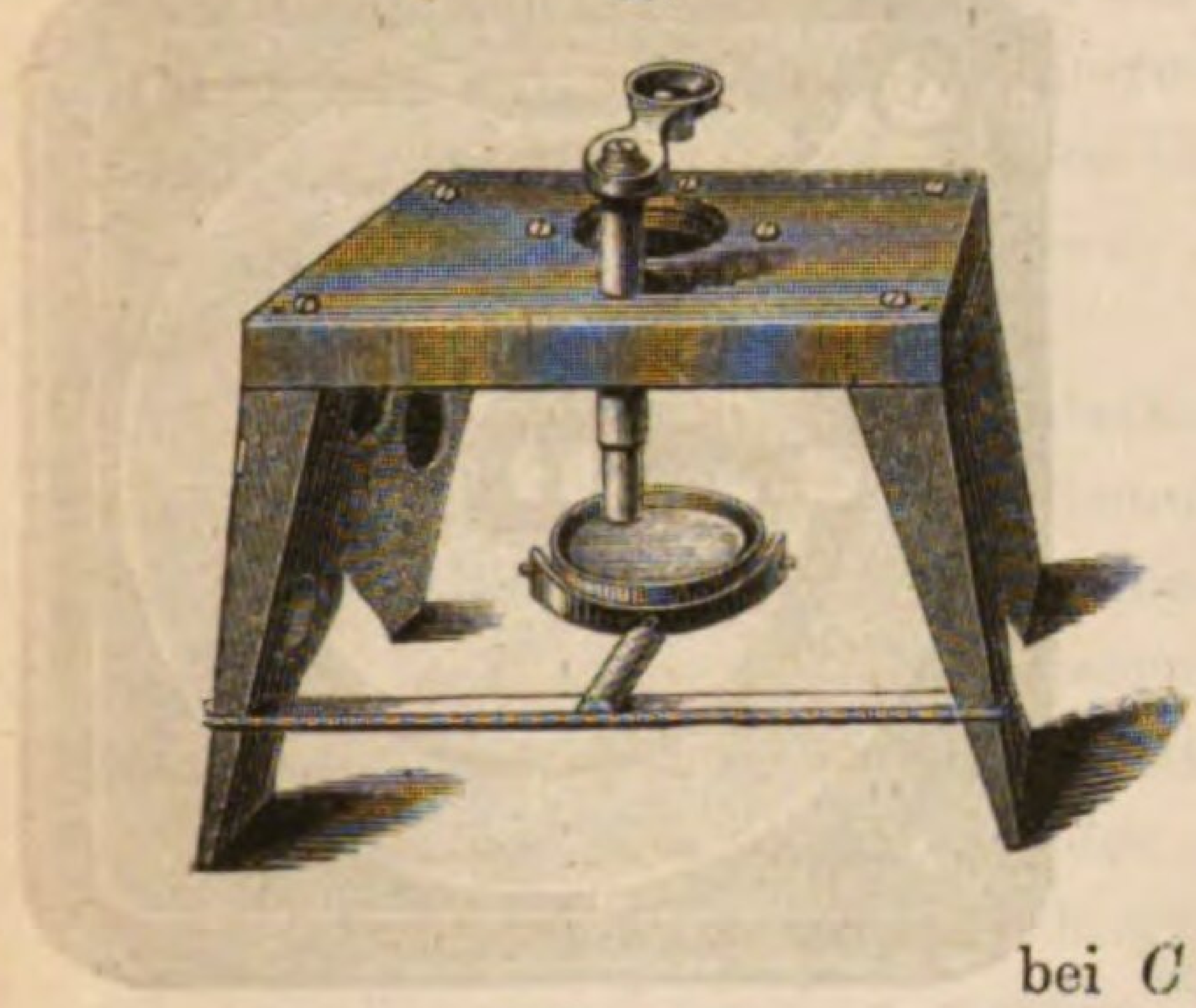
Auch ist hier noch das Taschen- und Dissectionsmikroskop von Quekett (Fig. 57) zu nennen, welches von Highley in London nach seiner Angabe hergestellt wurde, und woran alle Theile compendiös und zweckmässig eingerichtet sind. Bei *A* sieht man das Instrument, wenn es eben gebraucht werden soll; bei *B* sieht man es von der unteren Seite, wenn der Spiegel und die Linsen wieder in den für sie bestimmten Ausschnitten stecken; bei *C* endlich sieht man das Mikroskop, wenn seine beiden keilförmigen Seitentheile, auf denen die Platte ruht, zusammenge-

schlagen sind, so dass sie einander decken und ausserdem noch durch einen Kautschukring zusammengehalten werden. Ist das Mikroskop wie

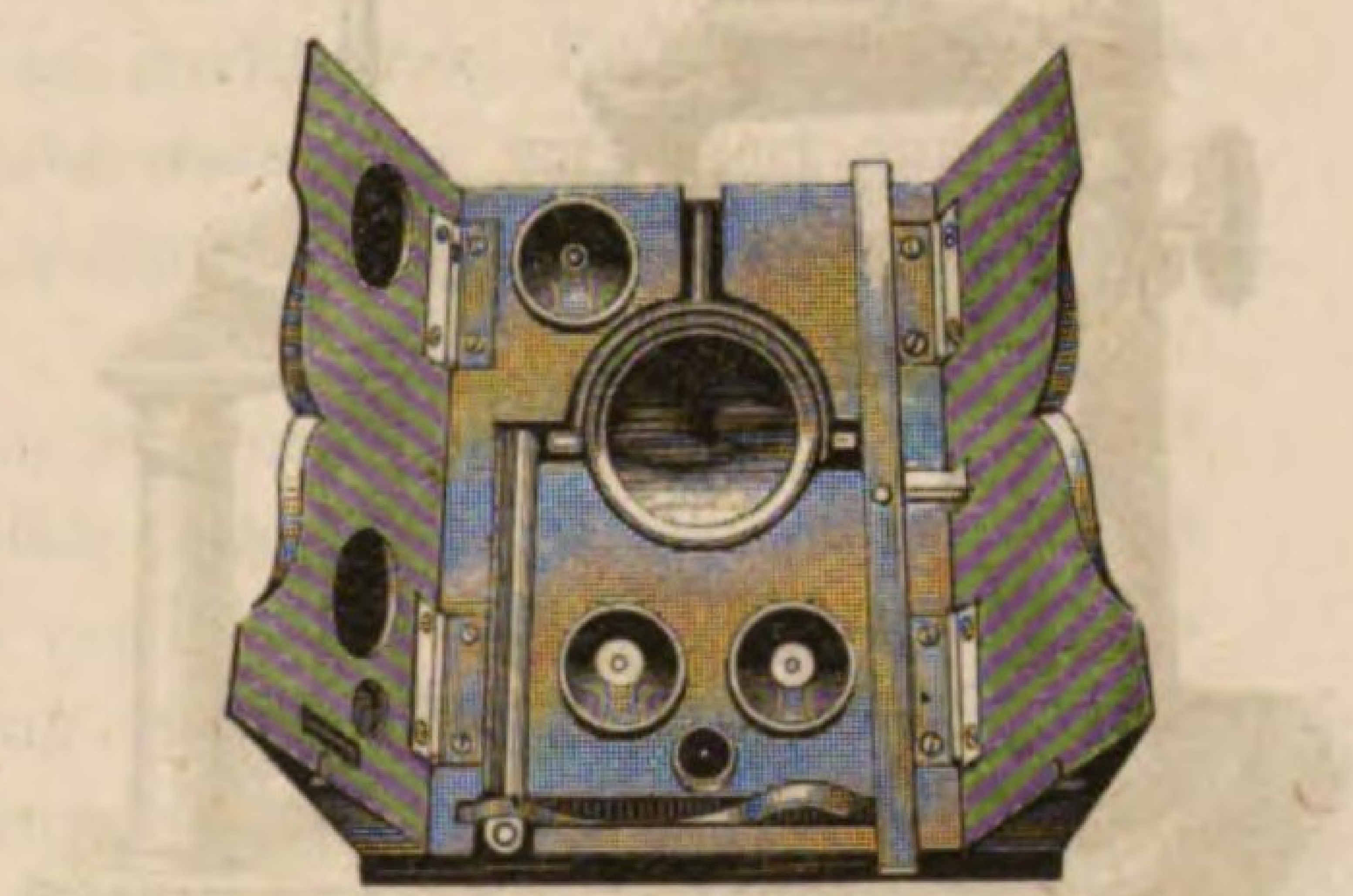
Fig. 57.

Quekett's Dissectionsmikroskop.

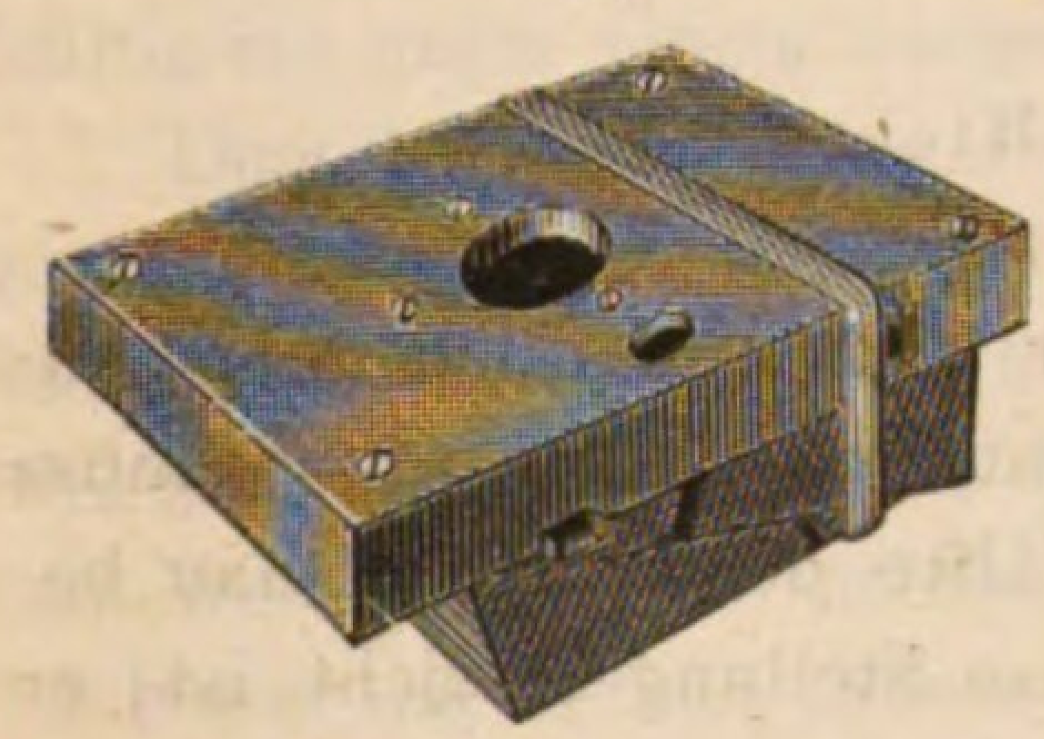
A.



B.



C.



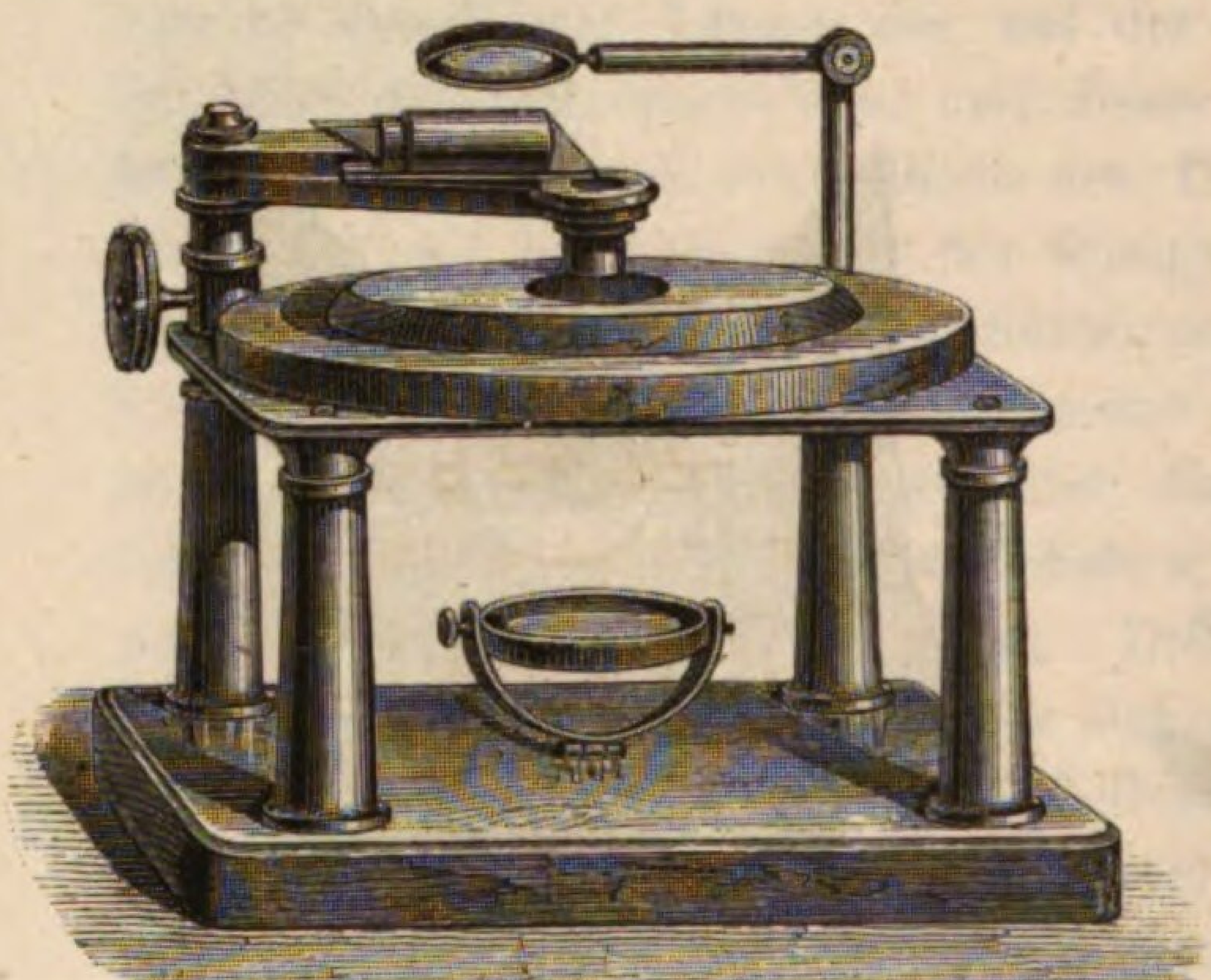
bei *C* zusammengelegt, so beträgt seine gesammte Höhe $1\frac{1}{2}$ Engl. Zoll und es hat eine quadratische Oberfläche von $5\frac{1}{2}$ Zoll. Die Platte hat demnach noch Raum genug, um den vorderen Theil der Hände aufzulegen, wenn ein Gegenstand unter der Linse zergliedert wird. — Mit drei Linsen von 1 Zoll, $\frac{1}{2}$ Zoll und $\frac{1}{4}$ Zoll Brennweite liefert Highley dieses Mikroskop für $31\frac{1}{2}$ Schillinge. — Natürlich lassen sich auch Linsen und Doublets von kürzerer Brennweite dabei gebrauchen; allein für stärkere Vergrösserungen reicht wohl der Beleuchtungsapparat nicht aus.

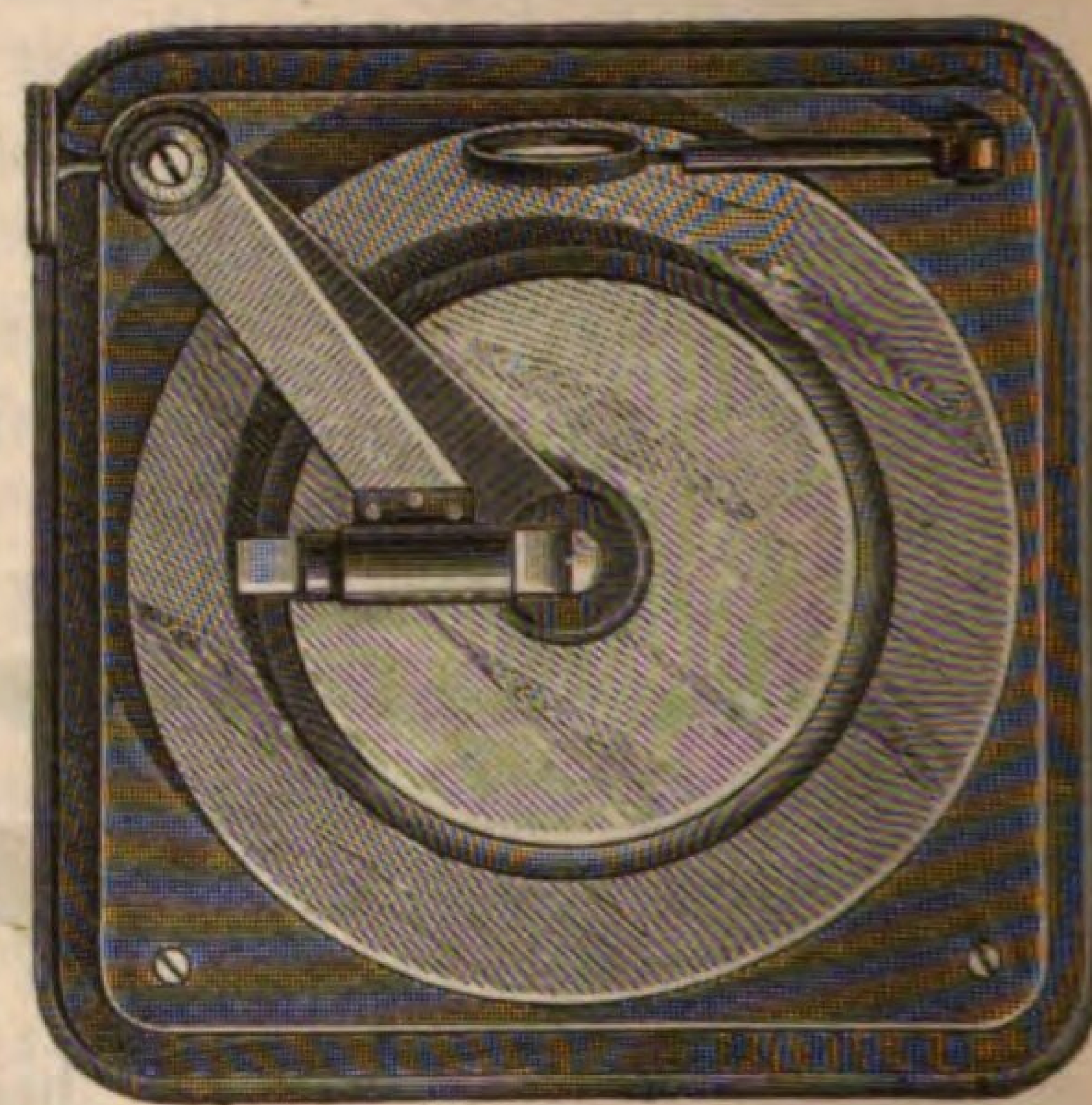
Endlich habe ich noch des einfachen, zugleich zum binoculären Gebrauche eingerichteten Mikroskopes von Richard Beck (*Quart. Journ.* 1864. *N. Ser.* XIII. *Transact.* p. 1) zu gedenken, welches in Fig. 58 (a. f. S.) dargestellt ist, und zwar bei *A* in seitlicher Ansicht, bei *B* von oben betrachtet. Das Stativ unterscheidet sich von den sonst gebräuchlichen hauptsächlich darin, dass der grosse Objecttisch auf vier Säulchen von 4 Zoll Höhe ruht, von denen eine zugleich den Linsenarm trägt und eine andere eine Beleuchtungslinse für auffallendes Licht. Die binoculäre Einrichtung ist die Wenham'sche für das zusammengesetzte Mikroskop: eine Linsenhälfte ist unbedeckt und lässt das halbe Strahlenbündel unverändert zum einen Auge gelangen, das andere halbe Strahlenbündel dagegen wird durch zwei rechtwinkelige Prismen reflectirt und zum anderen Auge geleitet. Diese zwei rechtwinkeligen Prismen sind an einer halbcylindrischen Röhre angebracht: das eine steht fest, das andere aber lässt

sich ein- und ausschieben, um die Harmonie mit der ungleichen Sehweite verschiedener Augen herstellen zu können. Beide sind aber mit einem

Fig. 58.

A. B.





Einfaches binoculäres Mikroskop von Richard Beck.

zweiten Arme verbunden, der sich genau über dem eigentlichen Linsenarme befindet, und wenn beide Augen gebraucht werden, dann muss das zur Rechten befindliche Prisma die eine Hälfte der Linse genau bedecken. Der zweite Arm stösst an, sobald diese Stellung erreicht ist, er lässt sich aber auch leicht zur Seite schieben, wenn man nur mit einem Auge durch die Linse sehen will. In der Beschreibung heisst es noch, die beiden Gesichtsfelder seien ungleich gross, und nur ein kleines kreisförmiges Stück sei stereoskopisch.

39 Ueberblicken wir nun noch einmal die Geschichte des einfachen Mikroskopes nach den vorliegenden Mittheilungen. Zuerst war dasselbe sehr unvollkommen, in optischer wie in mechanischer Beziehung. Eine 9 bis 10 Mal vergrössernde Linse in einem Röhrchen, an dessen Ende das Object gebracht wurde, ohne irgend ein Mittel zur Abänderung der Entfernung, bildete das vollständige Mikroskop. Etwas später fing man an, etwas stärkere Linsen herzustellen. Auch war man auf verschiedene Mittel bedacht, die Entfernung zwischen Object und Linse veränderlich zu machen; es wurden viele Einrichtungen dafür ersonnen, von denen manche allerdings den Scharfsinn ihrer Erfinder bezeugten, aber zugleich auch verriethen, auf welcher niedrigen Stufe die praktische Mechanik in jenen Tagen noch stand. Man ging nun darin weiter, dass man immer kleinere und kleinere Linsen schliff, und wo die Kunst hierin noch nicht ausreichte,

ersetzte man diese durch stark vergrössernde Glaskügelchen. Damit machte sich aber auch eine Verbesserung der Beleuchtungsweise nöthig, weil das Licht bei diesen starken Vergrösserungen zu schwach ausfiel. Man brachte deshalb eine Linse hinter das Object, um das Licht auf letzteres zu concentriren; auch dachten schon Manche an Mittel, um durch Diaphragmen mit verschiedenen Oeffnungen die Stärke des Lichtes gemäss den Umständen und nach der Natur der Objecte zu modificiren. Endlich wurde auch die Beleuchtung durch auffallendes Licht wesentlich verbessert durch Einführung concaver Metallspiegelchen, wodurch das Licht auf das Object reflectirt wurde.

So war der Zustand des einfachen Mikroskopes etwa ein Jahrhundert nach seiner Erfindung. Man benutzte allgemein Glaskügelchen oder biconvexe Linsen, die letzteren schon von 200- bis 300facher, die ersteren von noch weit stärkerer Vergrösserung, und damit wurden viele noch heutigen Tages brauchbare Beobachtungen angestellt. Aber noch immer musste man das Mikroskop mit der Hand gegen das Licht halten, und viele Dinge konnten wegen der hierbei erforderlichen verticalen Stellung nur unvollkommen gesehen werden, da auch ausserdem die Gelegenheit fehlte, sie unter einem vergrössernden Glase zu zergliedern.

Dem letzteren Mangel wurde zuerst abgeholfen. Man brachte einen mit Gelenken versehenen Linsenträger auf einen Fuss. Der Natur der Sache nach konnten aber hierzu zuvörderst nur schwach vergrössernde Linsen genommen werden, damit das Object und dessen Theile noch bei auffallendem Lichte sichtbar blieben. Später wurde auch hierin eine Verbesserung erzielt, indem man den bereits früher beim zusammengesetzten Mikroskope gebrauchten Spiegel auch auf das einfache Mikroskop übertrug. Weiterhin erkannte man, dass dem Mikroskope auch ein besonderer Objecttisch zugefügt werden sollte, der frei und hinlänglich gross sein musste, um mehrere Objecte darauf zu bringen, die unter der Linse zergliedert wurden. Der Objecttisch und die darauf auszuführenden Arbeiten erforderten aber eine grössere Festigkeit des ganzen Apparates, als bisher, und so entstand das Stativ oder die Stange, woran die verschiedenen Theile des Instrumentes befestigt wurden. Auch wurden mehrere bereits vielfach verbesserte Einrichtungen getroffen, um den Abstand zwischen Linse und Object zu reguliren, wozu eine um so grössere Genauigkeit erforderlich war, je mehr man in der Anfertigung stark vergrössernder Linsen bis zu 700 Mal und mehr fortschritt, während man es mit Glaskügelchen bis zu einer noch weit stärkeren Vergrösserung trieb.

Auf dieser Stufe stand das einfache Mikroskop während der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts und selbst noch im ersten Viertel unseres Jahrhunderts. Zu wissenschaftlichen Untersuchungen verdiente es damals bei weitem den Vorzug vor dem zusammengesetzten Mikroskope,

und mit ihm sind daher auch alle bedeutenden Untersuchungen während dieses Zeitraumes ausgeführt worden. Die Meisten zweifelten an der Möglichkeit einer gründlichen Verbesserung des zusammengesetzten Mikroskopes, und auch nachdem die desfallsigen Versuche die Möglichkeit eines günstigen Erfolges ahnen liessen, suchten noch Manche das einfache Mikroskop auf eine höhere Stufe optischer und mechanischer Vollkommenheit zu erheben. Eine genauere Kenntniss der Gesetze, denen der Gang der Lichtstrahlen folgt, gab die Berechtigung nach der einen Seite, nach der anderen aber nicht minder die grossen Fortschritte der praktischen Mechanik. Man kam darauf, statt der Glaskügelchen und biconvexen Linsen, bei denen sich immer eine starke sphärische Aberration geltend macht und die deshalb nur eine geringe Oeffnung besitzen dürfen, Linsen zu Systemen zu vereinigen, und man lernte die besten Methoden zur Anfertigung von Doublets und Triplets kennen. Man fing an, statt des Glases die stärker strahlenbrechenden, dabei aber weniger farbenzerstreuenden Edelsteine zu Linsen zu verwenden. Statt der kleinen Hülse endlich, woraus das kleine *Vitrum pulicarium* von ehedem bestand, verfertigte man Mikroskopgestelle, deren Einrichtung zwar eine sehr complicirte, dabei aber auch eine recht verständige war, die eine vielleicht mehrwöchige Arbeit erforderten, und an denen nichts vergessen wurde, was bei feineren Beobachtungen nur einigermaassen von Nutzen sein kann, z. B. die gröberen und feineren Bewegungen zur gehörigen Einstellung der Linsen, zweckmässige Beleuchtungsapparate, Mittel zur mechanischen Bewegung der Objecte, eine binoculäre Einrichtung u. s. w.

Und dennoch gelang es dem einfachen Mikroskope nicht, seinen früheren Vorrang zu behaupten. Als Instrument, mittelst dessen das Auge in die tiefsten Schlupfwinkel der Natur einzudringen vermag, hat es seinem Nebenbuhler, dem zusammengesetzen Mikroskope, weichen müssen, wie sich im folgenden Abschnitte bei der Vergleichung beider herausstellen wird. Von jetzt an ist dem einfachen Mikroskope ein geringerer Wirkungskreis als früherhin zugefallen. In allen jenen Fällen, wo starke Vergrösserungen von 200 Mal und darüber gefordert werden, ist es nicht mehr das vorzugsweise gebrauchte Instrument. Dagegen ist es noch immer in allen Fällen brauchbar, wo man einer geringeren Vergrösserung bedarf; und da es auch noch den Vortheil bietet, dass es die Objecte in ihrer wahren Stellung zeigt, so eignet es sich auch viel besser, wenn Zergliederungen unter dem Mikroskope vorgenommen werden sollen. Das zusammengesetzte Mikroskop lässt sich freilich auch als ein bildumkehrendes einrichten, aber natürlicher Weise ist eine solche Einrichtung theurer, und hinsichtlich der bequemen Tragbarkeit, die doch natürlich für denjenigen, der die Natur in der Natur selbst zu studiren wünscht, immer von sehr grossem Gewichte sein wird, ist gar kein Vergleich mit dem einfachen Mikroskope zulässig.

Fünfter Abschnitt.

Das zusammengesetzte dioptrische Mikroskop.

Das zusammengesetzte Mikroskop, wie es zuerst aus den Händen von 40
Hans und Zacharias Janssen kam, war gewiss kein Instrument, das die Merkmale einer geringen Kunstfertigkeit der Erfinder an sich trug; nach der Beschreibung, die uns Willem Boreel davon giebt (S. 23), hält es im äusseren Ansehen wenigstens recht wohl einen Vergleich mit späteren Mikroskopen aus. Das anderthalb Fuss lange und zwei Zoll dicke Rohr war von vergoldetem Messing; es wurde von drei Delphinen aus dem nämlichen Metalle getragen und ruhte auf einem Fusse aus Ebenholz, der zugleich dazu diente, mehrere kleine Instrumente und die zu betrachtenden Objecte aufzunehmen.

Viele Autoren sind in Betreff dieses Instrumentes in einen sonderbaren Irrthum verfallen, der zuerst bei Priestley (*History and present state of discoveries relating to vision* etc. p. 77) vorzukommen scheint, von wo ihn Adams (*Essays on the Microscope* p. 3) aufgenommen hat, weiterhin der Verfasser des Artikels *Microscope* in der *Encyclopaedia Britannica*, desgleichen Chevalier (*Die Mikroskope* u. s. w. S. 3), Krünitz (*Encyclopädie* Thl. 90, S. 243), Quekett (*Praktisches Handbuch der Mikroskopie* S. 3), Hogg (*The Microscope, its history, construction and applications.* Lond. 1854. p. 2). Alle diese Autoren haben in diesem Punkte, wie in manchen anderen, einander abgeschrieben, ohne die Quellen nachzusehen, aus denen für die Geschichte des Instrumentes zu schöpfen war. Es heisst nämlich immer, das Instrument habe sechs Fuss Länge gehabt,

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

und deshalb waren wohl Manche der Ansicht, es sei gar kein Mikroskop, sondern eher ein zwischen Mikroskop und Teleskop mitten inne stehendes Instrument gewesen, dergleichen auch später noch als sogenannte polydynamische Mikroskope angefertigt wurden.

Der Irrthum ist offenbar durch eine verkehrte Uebersetzung der Worte „*ad sesquipedem longo*“ bei Boreel entstanden, zumal da derselbe vorher sagt: „*nec erat* (*ut nunc talia monstrantur*) *curto tubo*“, womit er aber wahrscheinlich die damals sehr gebräuchlichen *Microscopia pulicaria* meint. Wir haben uns jedoch das Middelburg'sche Mikroskop so vorzustellen, dass es im äusseren Ansehen sich nicht sehr von jenen unterschied, die einige Jahre später verfertigt wurden.

Ueber seine optische Zusammensetzung lässt sich kaum etwas Bestimmtes sagen, da Boreel darüber schweigt. Das Wahrscheinlichste ist wohl, dass es zwei convexe Linsen hatte, ein Objectiv und ein Ocular. Wilde (*Geschichte der Optik*, S. 151) erachtet es zwar für das Wahrscheinlichste, dass dieses Mikroskop aus einer concaven und einer convexen Linse bestanden habe, weil auch die ersten Teleskope eine solche optische Einrichtung hatten. Dieser Grund kann aber nicht als gültig erachtet werden, denn das Mikroskop ist vor dem Teleskope erfunden worden, und bei den späterhin während des 17. Jahrhunderts verfertigten Mikroskopen (jenes von Fontana ausgenommen) sind auch nur convexe Gläser benutzt worden. Dass dies bei dem Middelburg'schen Mikroskope auch der Fall war, wird dadurch fast zur Gewissheit erhoben, dass nach den oben (S. 22) mitgetheilten Briefen von Peiresc jene Instrumente, welche Drebbel nach dem Muster des Middelburg'schen verfertigte, ein verkehrtes Bild gaben, also sicherlich aus zwei convexen Linsen bestanden. — Beleuchtungsapparate scheinen Janssen's Mikroskope ganz gefehlt zu haben.

Was die Vergrösserung dieses Mikroskopes betrifft, so giebt Boreel an, man habe kleine Objecte umgemein gross (*ad miraculum fere maxima*) dadurch gesehen. Wenn wir auch kein zu grosses Gewicht auf diese Worte legen wollen, so darf doch wohl soviel daraus gefolgert werden, dass das Mikroskop von Hans und Zacharias Janssen in dieser Hinsicht jenen Mikroskopen nicht viel nachstand, die ein halbes Jahrhundert später gefertigt wurden und die Boreel, nach dem Inhalte seines Briefes zu urtheilen, recht wohl kannte.

Dass Drebbel, der das Janssen'sche Mikroskop geschenkt bekommen hatte, bald nachher auch Mikroskope verfertigte, ist oben (S. 21) bereits mitgetheilt worden.

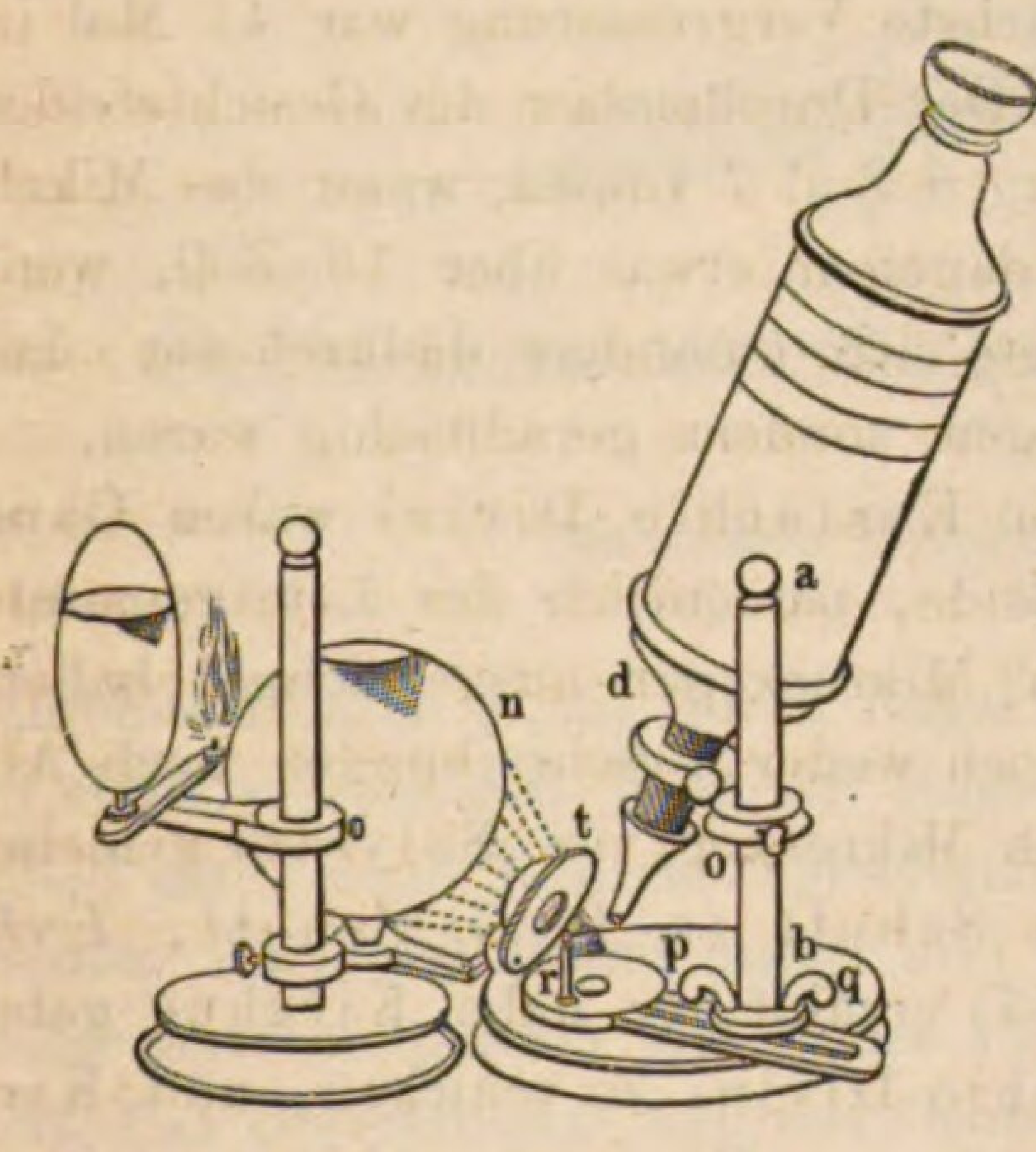
Das Mikroskop, welches Fontana 1646 beschrieb, dessen Beschreibung ich aber nur aus dem kurzen Auszuge bei Borellus (*De vero telescopii inventore* etc. Lib. II, p. 21) kenne, hatte zwei convexe Linsen, und zwischen diesen war eine Concavlinse angebracht. Es scheint nicht

über 2 bis 3 Zoll Länge gehabt zu haben. Ueber seine übrige Einrichtung finde ich nichts angegeben.

Das erste zusammengesetzte Mikroskop von Galilei muss nach der Beschreibung, die er an Federico Cesi davon gab (S. 26), mit den Drebbel'schen Instrumenten, welche Peiresc schickte, übereinstimmend gewesen sein. Sie bestanden aus zwei beweglichen Röhren, um das Instrument verkürzen und verlängern und somit die Vergrösserung abändern zu können: die Objecte mussten bei beiden auf den Fuss des Instrumentes kommen, mit dem Unterschiede jedoch, dass beim Drebbel'schen Instrumente längliche, beim Galilei'schen runde, scheibenförmige Objecttäfelchen gebraucht wurden.

Das älteste zusammengesetzte Mikroskop, von dem wir eine Abbil- 41
dung besitzen (Fig. 59), ist jenes von Robert Hooke in der im Jahre 1665 herausgekommenen *Micrographia*. Es hatte drei Zoll Durchmesser auf sieben Zoll Länge, und bestand aus vier Röhren, die sich ausziehen liessen, um das Mikroskop zu verlängern: sodann enthielt es drei Gläser, namentlich ein kleines Objectivglas, ein Mittelglas und ein Ocular. Hooke benutzte alle drei Gläser, wenn es ihm um ein grosses Gesichtsfeld zu thun war; er liess aber das mittlere weg, wenn er die Objecte recht genau betrachten wollte.

Fig. 59.



Hooke's zusammengesetztes Mikroskop.

Der verdünnte untere Theil des Mikroskoprohres *d*, worin sich die Objectivlinse befand, war mit einem Schraubendrahte versehen, mittelst dessen eine Annäherung zum Objecte, so wie eine Entfernung von demselben möglich war, und mit dem Stative *ab* war das Mikroskop durch ein Charniergelenk bei *o* verbunden, damit das Rohr verschiedenartig geneigt werden konnte. Eine Art beweglicher Schlitten *pq* hatte an dem Ende *p* einen runden Objecttisch, darauf stand die kleine Säule *r*, die hohl war und einen Stift enthielt, der sich höher und tiefer stellen liess, um Objecte daran zu befestigen.

Dieses Mikroskop war ausdrücklich dazu bestimmt, Objecte bei auffallendem Lichte zu beschauen, wobei sich Hooke des nebenstehenden Beleuchtungsapparates bediente: einer Lampe *m*, einer mit Wasser gefüllten Glaskugel *n*, einer biconvexen Linse *t*, durch welche das Licht auf das Object concentrirt wird.

7*

42 Um die nämliche Zeit etwa machte sich Eustachio Divini in Rom berühmt durch das Verfertigen von Mikroskopen, die einigermaassen von den früheren abwichen. Ein Bericht darüber wurde 1668 der *Royal Society* in London abgestattet, der dem *Giornale dei Letterati* entnommen war und in den *Philos. Transact.* 1668. Nr. 42 abgedruckt steht. Eine genauere Beschreibung soll sich übrigens bei Honoratius Fabri (*Synopsis optica.* Prop. 46) finden, die ich aber nicht habe nachsehen können. Divini's Mikroskop enthielt ausser der Objectivlinse zwei planconvexe Oculare, die so gestellt waren, dass ihre gewölbten Flächen einander berührten. Diese Oculare hatten nach Priestley (*History* etc. p. 218), der aus Birch's *History* Vol. 4, p. 313 geschöpft hat, ungefähr die Breite einer Mannshand, und das sie enthaltende Rohr soll die Dicke eines Mannsschenkels gehabt haben; doch steht davon nichts in den *Philos. Transactions.* Das Mikroskop war etwa 16$^1/_2$ Zoll lang, und es liess sich zu vier verschiedenen Längen ausziehen, um die verschiedenen Vergrösserungen herauszubringen. Die schwächste Vergrösserung war 41 Mal im Durchmesser, die stärkste 143 Mal. Der Durchmesser des Gesichtsfeldes, auf dem Objecttische gemessen, betrug 8 Zoll 7 Linien, wenn das Mikroskop ganz zusammengeschoben war, dagegen etwas über 16 Zoll, wenn man alle Röhren auszog. Es zeichnete sich besonders dadurch aus, dass die betrachteten Objecte nicht verbogen, sondern geradflächig waren.

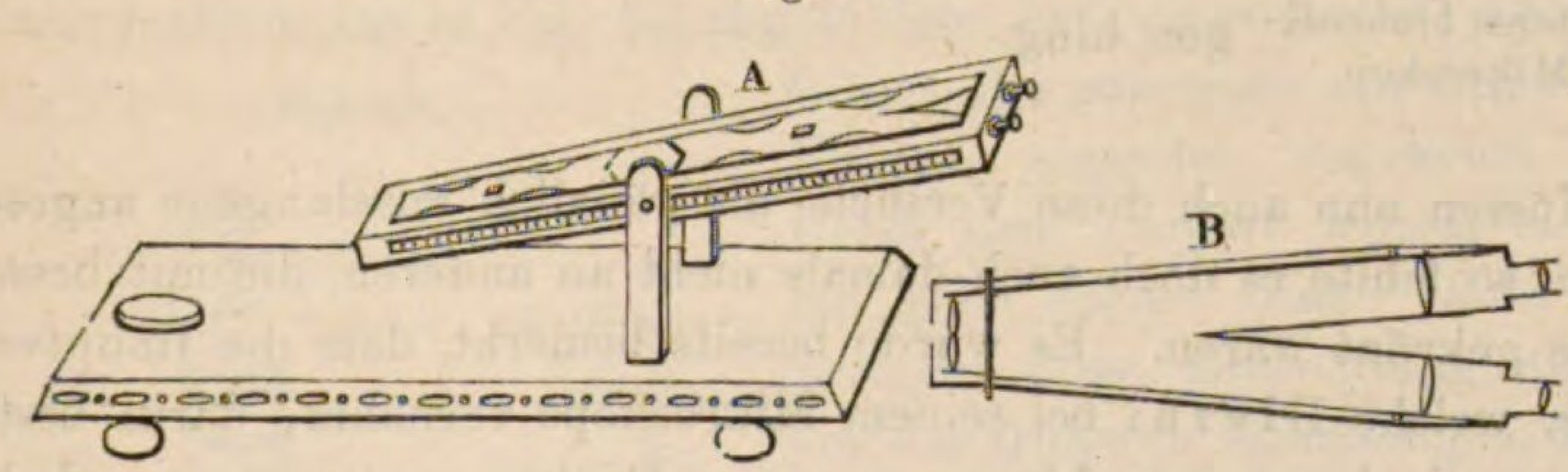
Zeitgenossen und Landsleute von Eustachio Divini waren Campani in Bologna und Salvetti. Beide, namentlich der Letztgenannte, sollen sich in der Verfertigung von Mikroskopen ausgezeichnet haben; von ihren Instrumenten sind mir jedoch weder Beschreibungen noch Abbildungen bekannt. Vielleicht ist ein Mikroskop von Salvetti gemeint, wenn Kinner in einem Briefe an Schott (s. P. G. Schott, *Technica curiosa.* Herbipol. 1687, p. 857) erzählt, er habe Kircher gebeten, ihm ein Mikroskop von Eustachio Divini zu schicken, und Kircher habe ihm eins geschickt, das nicht von Divini, sondern von einem anderen jungen Menschen in Rom verfertigt wurde, dessen Instrumente nur halb soviel kosteten, und doch gleich gut, wenn nicht besser wären, als jene von Divini. Kinner rühmt dieses Mikroskop sehr, und erwähnt, dass es 80 Mal im Durchmesser vergrössere, „*quod certe insigne augmentum est.*“

43 Indem ich mich möglichst an die Zeitfolge halte, muss ich jetzt eines Versuches zur Verbesserung des zusammengesetzten Mikroskopes gedenken, der zwar auf dem zuerst eingeschlagenen Wege sich als fruchtlos erwiesen hat, in unserer Zeit jedoch aufs Neue und, wie sich bald zeigen wird, mit besserem Erfolge fortgesetzt worden ist.

Von dem Gedanken ausgehend, dass man mit zwei Augen besser sieht als mit einem, hatte man frühzeitig die Fernrohre so einzurichten

versucht, dass man mit beiden Augen zugleich sah. Nach van Swinden (l. l. p. 47) hatte Lippershey, einer der Erfinder des Fernrohres, schon 1609 einen solchen *Binoculus* hergestellt, und einen anderen finden wir 1645 vom Capucinermönch Antonius Maria de Reita in der sonderbaren Schrift: *Oculus Enoch et Eliae sive Radius Sydereomysticus* etc. Antwerp. 1645, p. 340 beschrieben, die ausser den Dedicationen: *Deo optimo maximo* und *Augustissimo invictissimoque Caesari Ferdinando* III, für den zweiten Theil auch noch die Dedication: *Magnae matri Mariae* enthält. Im Jahre 1678 lehrte dann der Capuciner Cherubin (*De visione perfecta, sive de amborum visionis axium concursu in eodem objecti puncto.* Paris. 1678, p. 77 bis 100) dieses Princip auch aufs Mikroskop anwenden, und er gab eine durch viele Abbildungen erläuterte ausführliche Beschreibung seines Instrumentes (Fig. 60). Es hatte zwei kegelförmig zu-

Fig. 60.



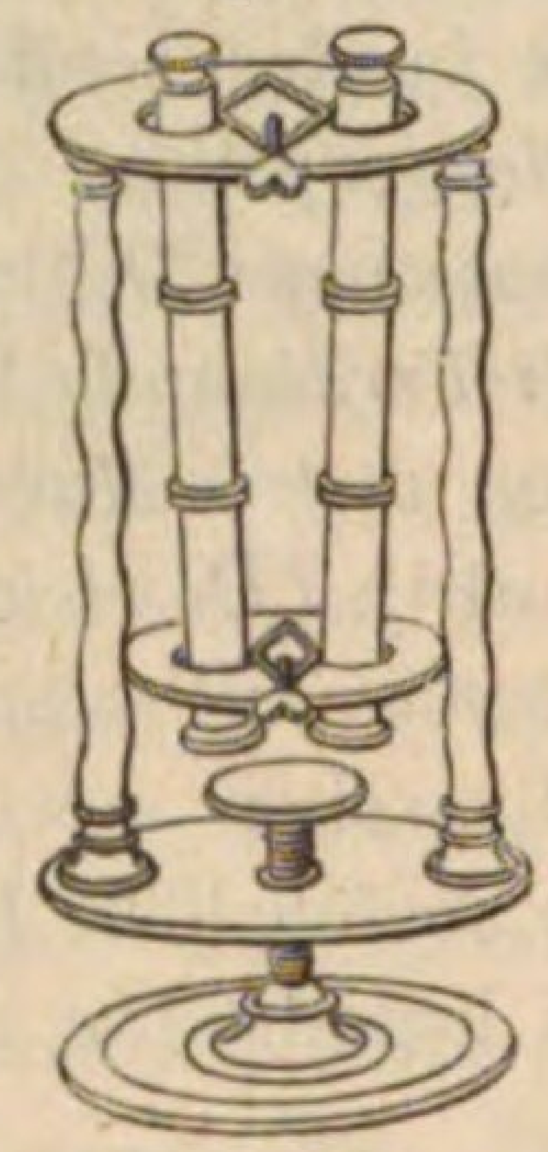
Binoculäres Mikroskop von Cherubin.

laufende Röhren *B*, die durch Bügel gegen einander gehalten werden und in einen vierseitigen Behälter eingeschlossen sind. Nach unten ist ein Theil der beiden Röhren abgeschnitten, so dass sie hier nur ein Rohr bilden. In jedem Rohre waren drei biconvexe Linsen enthalten, die paarweise im Durchmesser wie in der Brennweite mit einander übereinstimmten. Das Objecttivglas und das Ocular hatten beide die nämliche Brennweite, nämlich einen Zoll. Die Brennweite des mittleren Glases betrug $^1/_4$ Fuss. Beide Objectivgläser waren am Rande so abgeschliffen, dass sie, wenn die abgeschliffenen Ränder an einander lagen, ein Ganzes bildeten. Cherubin stellt die Wirkung seines Instrumentes sehr hoch; es sollte selbst das damals berühmte Mikroskop Divini's übertreffen. Aus Bonannus (l. l. p. 15) ersieht man jedoch, dass die Zeitgenossen nicht so günstig darüber urtheilten. Aus der Art des Instrumentes erhellt aber auch, dass es stets ein erfolgloses Bemühen sein wird, solche binoculäre Mikroskope zu verfertigen, die den monoculären gleichkommen oder sie gar übertreffen *).

*) Kastner (*Geschichte der Mathematik.* IV, S. 83) gedenkt eines nach Cherubin's Vorschrift eingerichteten binoculären Mikroskopes, welches ein Capucinermönch Anian verfertigt hatte; dasselbe trägt die Jahreszahl 1711, und wurde

Es beschäftigten sich auch noch Andere mit der Herstellung binoculärer Mikroskope. So wird eines bei Bion (*Mathematische Werkschule*. Dritte Auflage, von J. G. Doppelmeyer vermehrt. Nürnberg 1726) beschrieben, während in der ersten Auflage dieses Buches nichts von binoculären Mikroskopen zu finden ist, und ein anderes kommt in der zweiten Auflage von Zahn's *Oculus artificialis* vor. In der äusseren Einrichtung unterscheiden sie sich insofern, dass die beiden Mikroskope entweder wie in Fig. 61, in schiefer Richtung neben einander gestellt wurden, oder dass man sie zusammen in einen Kasten oder Behälter brachte, der selbst wieder in verticaler Richtung oder, wie bei Cherubin, in schiefer horizontaler Richtung zwischen zwei Stangen hing.

Fig. 61.



Ein anderes binoculäres Mikroskop.

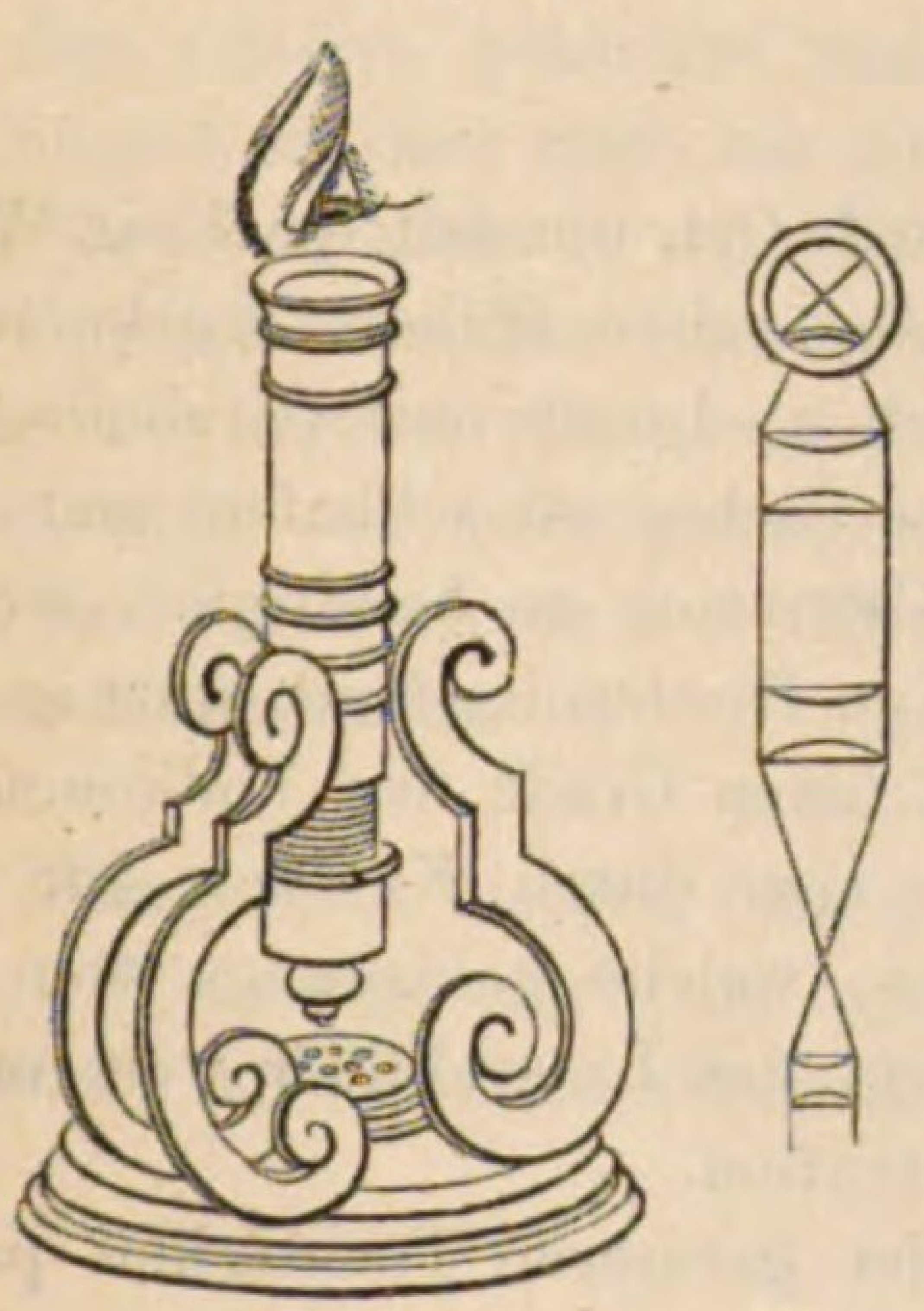
44 Müssen nun auch diese Versuche als gänzlich misslungene angesehen werden, so fehlte es doch auch damals nicht an anderen, die mit besserem Erfolge gekrönt waren. Es wurde bereits bemerkt, dass die Hauptveränderung, welche Divini bei seinem Mikroskope vornahm, darin bestand, dass er zwei planconvexe Linsen zu einem Oculare vereinigte, um dadurch das zu erlangen, was man mit dem Namen ebenes Gesichtsfeld belegt, d. h. ein solches, wo sich am Rande des Gesichtsfeldes die Theile des Objectes mit gleicher Deutlichkeit zeigen, wie in dessen Mitte. Bei anderen Mikroskopen aus jener Zeit hat man offenbar ein gleiches Ziel vor Augen gehabt. Besondere Erwähnung verdient es aber noch, dass bereits damals Doublets als Objective benutzt wurden, weil man gefunden hatte, diese veranlassten bei der nämlichen Vergrösserung eine weniger starke sphärische Aberration, so dass ihre Oeffnung grösser gemacht werden durfte, um mehr Licht durchtreten zu lassen.

Im Jahre 1672 vereinigte Sturm (*Collegium experimentale sive curio-*

in der Sammlung der Universität Göttingen aufbewahrt. Ueber dieses Instrument, so wie über zwei binoculäre Fernrohre desselben Anian, die ebenfalls in Göttingen aufbewahrt wurden, spricht sich Kastner folgendermaassen aus: „Mir ist bei den Proben, welche ich mit diesen Werkzeugen gemacht habe, nicht vorgekommen, dass der Vortheil, den sie geben, so viel werth sei als nur die Mühe, die man hat, das so zusammengesetzte Werkzeug zum Gebrauche vorzurichten.“ — Wie unvollkommen Cherubin's Instrument war, das ersieht man auch noch aus der Vorrede seines Buches. Er sagt hier, man erzähle von einem Divini'schen Mikroskope, durch dasselbe sollte man ein Thierchen, viel kleiner als ein Sandkorn, mit Schuppen bedeckt und mit sechs Beinen versehen, erkennen, und diese Beobachtung hält er für so übertrieben und unglaublich, dass er ganz ausführlich die Unmöglichkeit derselben darzustellen sucht.

sum. Norimb. 1676. I, p. 142) eine planconvexe und eine biconvexe Linse zu einem Objective, ebenso auch zwei biconvexe Linsen von ungleicher Krümmung, und er rühmte, dass er dadurch nicht blos eine stärkere Vergrösserung bekam, sondern auch ein schärferes Bild. Auch giebt Zahn (l. l. Ed. 2. p. 748. *Vollst. Lehrgeb. d. Optik*, S. 113) Nachricht von einem seiner Mikroskope, welches vier Linsen enthielt, die alle nur eine kurze Brennweite hatten, so dass das ganze Rohr, in welches sie gefasst waren, noch nicht einen Zoll Länge hatte. Von den beiden untersten als Objectiv dienenden Linsen war die eine biconvex, die andere planconvex, und diese berührten sich mit ihren Oberflächen. Beim Mikroskope Conradi's (*Dreifacher Sehestrahl.* Koburg 1710. S. 113) bestand das Objectiv ebenfalls aus zwei Linsen. Ebenso hatte Johann Franz Grindl von Ach (s. Zahn l. l. p. 234) im Jahre 1685 ein Mikroskop gemacht, bei dem Divini's Princip auf alle Linsen in Anwendung gebracht wurde. Im Ganzen enthielt das in Fig. 62 abgebildete Instrument sechs planconvexe Gläser, die paarweise mit den convexen Flächen einander zugekehrt waren. Ueber dem Oculare befand sich noch ein ganz ebenes Glas. Ohne Zweifel verdient diese Einrichtung nicht nur vor den früheren Mikroskopen den Vorzug, sondern auch vor jenen, die über ein Jahrhundert nach Grindl hergestellt wurden, und man dürfte sich wohl darüber wundern, dass sie nicht mehr in allgemeinen Gebrauch gekommen ist, wüsste man nicht, wie schwer die Linsen dergestalt zu vereinigen sind, dass ihre Axen genau in einer Linie liegen, was doch durchaus nöthig ist, wenn das Bild rein und scharf sein soll. Grindl selbst wusste es und hat auch einige Vorschriften dafür gegeben.

Fig. 62.



Zusammengesetztes Mikroskop von Grindl von Ach.

Schon damals machte man, es scheint aber nur ausnahmsweise, zusammengesetzte Mikroskope mit mehreren Objectivlinsen von ungleicher Brennweite, um die Vergrösserung durch den Wechsel der Objectivlinsen abändern zu können. In dem vorhin genannten Werke von Sturm, welches 1672 geschrieben ist, wird ein englisches Mikroskop erwähnt, dessen Verfertiger aber nicht genannt wird, zu welchem vier abnehmbare Objectivlinsen gehörten, zwei planconvexe und zwei biconvexe, die nach der Reihe in die für die Objectivlinse bestimmte Aushöhlung unten am Mikroskoprohre gebracht werden konnten.

Schon in der ersten 1685 erschienenen Ausgabe von Zahn's *Oculus artificialis (Fundam.* III, p. 98) sind verschiedene zusammengesetzte Mikroskope abgebildet, deren Maasse und Brennweiten, so wie die Abstände der Linsen genau angegeben werden. Es sind dabei besonders die *Dioptrica* von Dechales benutzt, und es wird ein Mikroskop von diesem mit vier Linsen, gleichwie ein anderes von Monconny mit drei Linsen beschrieben. Recht beachtenswerth sind in diesem Werke Zahn's, z. B. *Fundam.* II, p. 168, 176, 267. *Fundam.* III, p. 95 seq., die theoretischen Principien und die praktischen Regeln für die Herstellung zusammengesetzter Mikroskope, die meistens auch noch für unsere Zeit Gültigkeit haben. In Fig. 63 ist eines von den zusammengesetzten Mikroskopen dargestellt, die sich bei Zahn abgebildet finden, ohne dass aber dessen Verfertiger genannt wird.

Fig. 63.



Zusammengesetztes Mikroskop, bei Zahn abgebildet.

45 Hier ist der passende Ort, um mit ein Paar Worten der damals und selbst schon früher vorgekommenen Versuche zu gedenken, Linsen mit parabolischen und hyperbolischen Oberflächen zu schleifen und dadurch die sphärische Aberration zu beseitigen, worin man nach damaligen Begriffen das alleinige Hinderniss fand, warum die dioptrischen Werkzeuge nicht bis zum höchsten Grade der Vollkommenheit gebracht wurden. Erst später kam man durch Newton zur Erkenntniss, dass die chromatische Aberration, welche keineswegs von der Form der Linsen bedingt wird, der Schärfe der Linsenbilder weit mehr Abbruch thut, als die andere Art von Aberration.

Dass man schon sehr frühzeitig von der grösseren Tüchtigkeit parabolischer Linsen überzeugt war, wo es darauf ankommt, parallele Strahlen in einem Punkte zu vereinigen, dafür haben wir einen Beweis bei Porta, der in seiner *Magia naturalis.* 1607, p. 614 schreibt: *Parabolum crystallinum omnium vehementissime ignem accendere videbimus; omnibus enim radiis coincidentibus valentius speculo accendit.* Indessen gründete sich dieser Satz wohl mehr auf Theorie, als auf eine durch praktische Ausführung erworbene Erfahrung.

Unter denen, die sich späterhin auf das Schleifen von Linsen für Fernrohre oder Mikroskope legten, begegnen wir mehreren, die auf Linsen mit parabolischer und hyperbolischer Krümmung bedacht waren, wie Rheita, dessen Instrument zum Schleifen hyperbolischer Linsen im *Oculus Enoch et Eliae* p. 340 beschrieben und abgebildet ist, Hevelius, sodann Maignan, der am Schlusse seiner *Perspectiva horaria* ein solches

Instrument beschreibt, ferner Wren (*Philos. Transact.* Nr. 48 u. 53) und Descartes (*Oeuvres par Victor Cousin.* Vol. 5, p. 137). Von den zu diesem Zwecke ersonnenen Instrumenten scheint aber kein einziges dem Ziele entsprochen zu haben *).

Besser gelang es Gregory (*Optica promota.* Lond. 1663) und später Christian Huygens, die Gesetze der sphärischen Aberration festzustellen. Namentlich brachte Huygens (*Dioptrica*, p. 181 seq.) die von ihm ermittelten theoretischen Principien auch bei der Verfertigung von zusammengesetzten Mikroskopen in Anwendung. Er wies nach, wie sich der Aberrationswinkel berechnen und daraus ableiten lässt, wie weit die Oeffnung der Objectivlinse verengert werden muss, wenn man ein möglichst klares Bild bekommen will. Wenn ferner zwei Mikroskope gleich stark vergrössern und Oculare von gleicher Brennweite haben, bei dem einen aber das Objectiv eine kürzere Brennweite hat und näher dem Oculare sich befindet als bei dem anderen, so bekommt man nach Huygens mit dem ersteren schärfere und deutlicher hervortretende Bilder. Daraus folgert er, dass man, um die Objecte gut und klar wahrzunehmen, die Vergrösserung nicht in der Weise herbeiführen darf, dass man den Abstand zwischen beiden Gläsern steigert, sondern vielmehr durch Objectivlinsen mit kürzerer Brennweite. An diese Regel hat man sich aber späterhin mehr und mehr gehalten, und gerade ihrer Beachtung ist ein guter Theil der weiteren Vervollkommnung des zusammengesetzten Mikroskopes beizumessen. 46

Man ersieht hieraus, dass man schon damals mancherlei Veränderungen und Verbesserungen im optischen Theile des zusammengesetzten Mikroskopes anzubringen versuchte **), und dass die Wissenschaft mit der 47

*) Bei Zahn (l. l. *Fund.* III. p. 77) wird erzählt, dass der König von Frankreich ein Fernrohr besessen habe, wofür dem Verfertiger 1000 Ducaten bezahlt worden wären. Es soll mit hyperbolischen Linsen ausgestattet gewesen sein, und obwohl es nicht über zwei Fuss Länge hatte, soll man doch damit den Saturn mit seinem Ringe (es steht dort *ansulis*) spannengross gesehen haben; ja selbst die übrigen Sterne sollen in unglaublicher Grösse sich dargestellt haben. Dieser letztere Zusatz beweist aber, dass man die ganze Erzählung blos für eine Fabel zu halten hat.

**) Ich habe nicht darüber ins Klare kommen können, wer zuerst das Mittelglas oder das Collectivglas beim zusammengesetzten Mikroskope in Anwendung gebracht hat. Hevelius erwähnt in seiner 1647 erschienenen *Selenographia* nur zweier Arten von Mikroskopen, die damals vorkamen, nämlich Mikroskope mit einer Linse (*Vitra muscaria*) und zusammengesetzte Mikroskope mit zwei Linsen. Einige Jahre später indessen treffen wir das Zwischenglas an, und zwar, wie oben erwähnt, in Hooke's Mikroskope. Ohne Grund scheibt daher Martin (*System*

Erfahrung Hand in Hand ging, um das Instrument immer mehr zu vervollkommnen.

Die mechanische Einrichtung der damaligen Mikroskope liess vieles zu wünschen übrig. Die Annäherung zum Objecte bewirkte man entweder durch eine Schraube am unteren Ende des Rohres, in welches die Linsen gefasst waren, oder durch eine Schraube, welche bei feststehendem Rohre das Object in Bewegung setzte. Der ersteren Bewegungsweise gab man aber ziemlich allgemein den Vorzug: sie kommt an den Mikroskopen Hooke's, Grindl's und vieler Anderer vor. Zahn giebt eine Abbildung der letzteren Einrichtung. Uebrigens hatten manche damalige Mikroskope, z. B. jenes von Hooke, eine solche Einrichtung, dass das ganze Rohr auch anders als blos senkrecht gestellt werden konnte.

Die Beleuchtung der Objecte war allgemein eine sehr unvollkommene. Durchfallendes Licht scheint man anfangs gar nicht benutzt zu haben; das Licht wurde über dem untersuchten Objecte concentrirt. Hooke's Beleuchtungapparat wurde schon kurz erwähnt (S. 99, Fig. 59); sein Verfahren beschreibt er aber in der Vorrede zur *Micrographia* folgendermaassen. Die Untersuchungen wurden in einem Zimmer angestellt, worin sich nur ein gegen Süden gelegenes Fenster befand. Drei bis vier Fuss von diesem Fenster stellte er das Mikroskop auf, und das Licht liess er mittelst einer mit Wasser gefüllten Glaskugel *n* und einer dicken planconvexen Linse *t* auf das Object fallen. Schien die Sonne, dann brachte er ein geöltes Papier oder ein matt geschliffenes Glas vor das Object, und darauf liess er die Sonnenstrahlen mittelst eines Brennglases fallen. Abends benutzte er eine Lampe *m* und die schon erwähnte Glaskugel nebst der planconvexen Linse, und der Lampe gegenüber stand ein concaver Metallspiegel, durch den ein Theil der Strahlen wiederum reflectirt wurde. Späterhin (s. Hartsoeker, *Essay de Dioptrique*, p. 169) wurde die biconvexe Linse zur Beleuchtung der Objecte immer allgemeiner eingeführt.

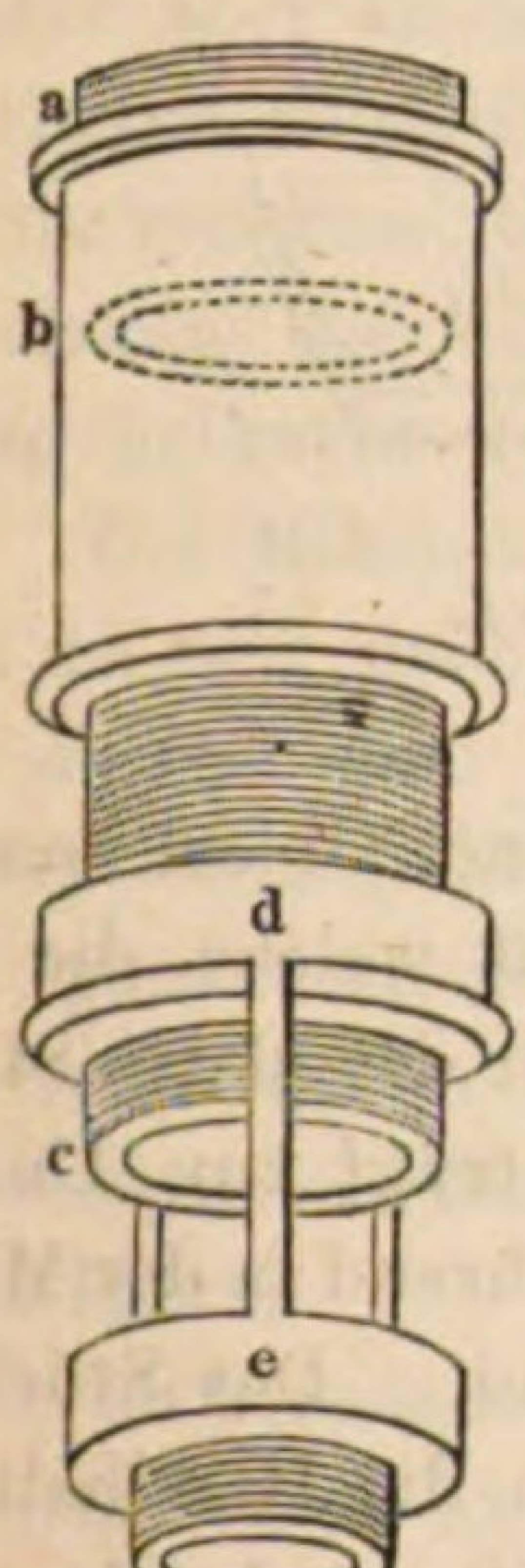
Da man die Objecte nur bei auffallendem Lichte beschaute, so war die nothwendige Folge, dass man in der Anwendung stärker vergrössernder Objectivlinsen bald an einer Grenze anlangte, bei deren Ueberschreitung das von den Objecten reflectirte Licht, trotz aller zur Verstärkung angewandten Mittel, zu schwach war, um die Objecte und deren Einzelnheiten noch gehörig unterscheiden zu können. Auch hatten die Objectivlinsen, welche die damaligen Optiker für ihre zusammengesetzten Mikroskope herstellten, meistens eine ziemlich grosse Brennweite von $^1/_2$ bis 1 Zoll, und konnten mithin nur ein schwach vergrössertes Bild liefern.

of Opticks 1740. p. 42) seine Einführung Huygens zu, der allerdings das Ocular des Fernrohres wesentlich verbessert hat durch Einführung und richtige Stellung eines zweiten Oculares, der aber in den *Dioptrica* nirgends von einem Mikroskope handelt, welches aus mehr denn zwei Linsen bestände.

Zudem sind die Fälle nicht selten, ja wie wir jetzt wissen, sind es die am häufigsten vorkommenden, wo das Gefüge der Objecte sich weit besser bei durchfallendem als bei auffallendem Lichte erkennen lässt. Schon damals gebrach aber die Gelegenheit nicht, diese Wahrnehmung zu machen, denn die einfachen Mikroskope, wie wir gesehen, waren alle gerade so eingerichtet, dass die Objecte vorzüglich bei durchfallendem Lichte beschaut wurden.

So einfach uns jetzt die Sache vorkommt, es war dennoch eine bedeutende Verbesserung, als man dem zusammengesetzten Mikroskope die Einrichtung gab, dass es ebenfalls zu Beobachtungen bei durchfallendem Lichte benutzt werden konnte. Diese Verbesserung wurde zuerst im Jahre 1685 durch Carl Anton Tortona eingeführt, der in des Bonannus *Micrographia curiosa* als „*Summi pontificis* (*Alexandri* 8) *extra muros camerarius*“ bezeichnet wird. Sein Mikroskop wurde von Ambrosius Langenmantell (*Miscellanea curiosa.* Decuriae II. Ann. 7. 1688. p. 442) beschrieben; es ist Fig. 64 abgebildet. Das Mikroskoprohr, worin sich bei *a* das Ocular, bei *b* das Collectivglas und bei *c* das Objectiv befindet, die alle biconvex sind, hat nach unten einen Schraubendraht, wodurch es in dem Ringe *d* auf- und niedergeschraubt werden kann. Dieser Ring steht aber durch drei kleine Stäbe mit einem zweiten Ringe *e* in Verbindung, der nach unten enger wird und dort zwei runde Glasscheiben enthält, zwischen welche das Object zu liegen kommt. Will man das Mikroskop gebrauchen, so nimmt man das Rohr in die Hand und kehrt es dem Lichte zu.

Fig. 64.



Tortona's zusammengesetztes Mikroskop.

Langenmantell lobt das von ihm beschriebene Instrument sehr; er schlägt vor, das biconvexe Collectivglas durch zwei planconvexe Linsen zu ersetzen, deren gewölbte Flächen einander entgegen sähen, und fügt die richtige Bemerkung bei, dass man weiterhin auch Objectivlinsen mit stärkerer Krümmung benutzen könne.

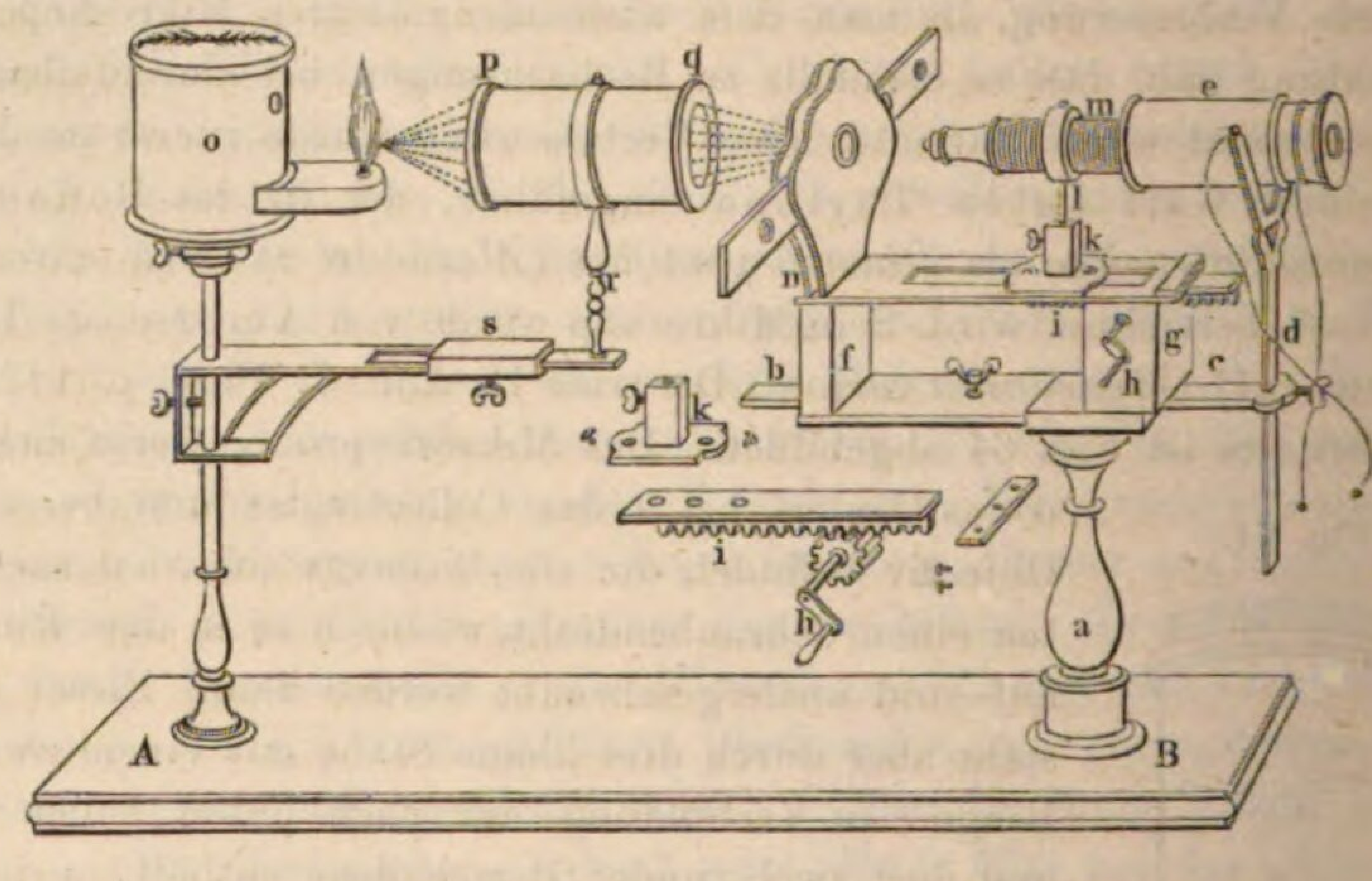
Tortona fand auch bald Nachfolger, und zwar zuerst bei seinen Landsleuten Giuseppe Campana und Marco Antonio Celi. Ihre Instrumente unterscheiden sich vom Tortona'schen nur dadurch, dass sie zum Theil aus Messing verfertigt sind, und eine bequeme Einrichtung zum Ausbreiten der Objecte haben.

Bedeutender waren die Verbesserungen, welche Philippus Bonannus in der mechanischen Einrichtung anbrachte. In seiner 1691 erschienenen *Micrographia curiosa* giebt er die Beschreibung dreier Mikroskope, die sich in mehr denn einer Beziehung vortheilhaft von den früheren un-

terscheiden. Bei einem derselben befand sich unten am Fusse des Mikroskopes eine Oeffnung, wie bereits bei Tortona, und auch zwei Täfelchen, die durch eine Spiralfeder zusammengedrückt wurden und das dazwischenliegende Object festhielten; man konnte also das Mikroskop in horizontaler Richtung gegen das Licht halten.

Noch zweckmässiger war ein anderes horizontales Mikroskop desselben eingerichtet, welches in Fig. 65 abgebildet ist, wo zuerst ein Trieb

Fig. 65.



Zusammengesetztes Mikroskop von Bonannus.

angebracht ist, damit der Abstand zwischen Objectiv und Object verändert werden kann. *AB* ist eine hölzerne Unterlage, auf welche die gedrechselte Säule *a* festgeschraubt ist, und auf letzterer ist das platte Stück *bc* befestigt, welches an dem einen Ende die Gabel *d* trägt zur Unterstützung des lose darauf liegenden Mikroskoprohres *e*, während in der Mitte die senkrecht stehenden Theile *f* und *g* angebracht sind. Das Stück *h* ist ausgehöhlt und enthält ein gezahntes Rad, das durch die Handhabe *h* herumgedreht wird und in die gezahnte Leiste *i* eingreift; dadurch wird aber das Stück *k* in Bewegung gesetzt, in welches der Stachel *l* mit dem Ringe *m* eingesetzt ist. Dieser Ring enthält eine Mutterschraube, in welche die am Ende des Mikroskoprohres angebrachte Schraube passt. Bei *n* befinden sich zwei verticale Platten, zwischen welche die hölzernen Schieber mit den Objecten kommen. — Dieses Mikroskop war grossentheils aus Messing verfertigt, was bis dahin nur wenig gebräuchlich war; denn meistens pflegte man das Rohr aus Papier oder Pappe, das übrige aber aus Holz herzustellen.

Bonannus stellte seine Beobachtungen bei Tageslicht wie bei künstlicher Beleuchtung an; er gab aber letzterer den Vorzug, und der zu sei-

nem Mikroskope gehörige Apparat ist deshalb daneben abgebildet. Es gehört dazu eine Lampe *o* und ein mit zwei biconvexen Linsen versehenes Rohr *pq*. Das Rohr ruht auf der Stange *r*, und mittelst der Schraube *s* kann es nach Willkür der Flamme genähert oder davon entfernt werden.

Wie unvollkommen auch dieses Mikroskop von Bonannus im Vergleiche mit unseren heutigen erscheinen mag, immerhin war damit in der mechanischen Einrichtung ein bedeutender Schritt vorwärts gethan *). Was die optische Zusammensetzung betrifft, so gebrauchte er eigentlich drei verschiedene Mikroskopröhren; jede hatte drei biconvexe Linsen, die in ungleichem Maasse vergrösserten, und sie konnten nach der Reihe in den Ring *m* geschraubt werden, je nachdem man eine stärkere oder eine schwächere Vergrösserung haben wollte. Dies war offenbar eine Verbesserung; denn bis dahin hatte man die verschiedenartigen Vergrösserungen meistens dadurch zu Stande gebracht, dass man das Rohr, mithin den Abstand zwischen Objectiv und Ocular verlängerte, ein sehr unvollkommenes Mittel, wodurch zwar die Vergrösserung zunimmt, die Umrisse der Bilder aber an Schärfe verlieren. Bonannus gab daher mit Recht den stärkeren Objectivlinsen den Vorzug, wenngleich er noch nicht auf den Gedanken kam, blos durch deren Wechsel eine andere Vergrösserung zu bewirken, was doch schon früher, wie erwähnt, von Anderen in Ausführung gebracht worden war.

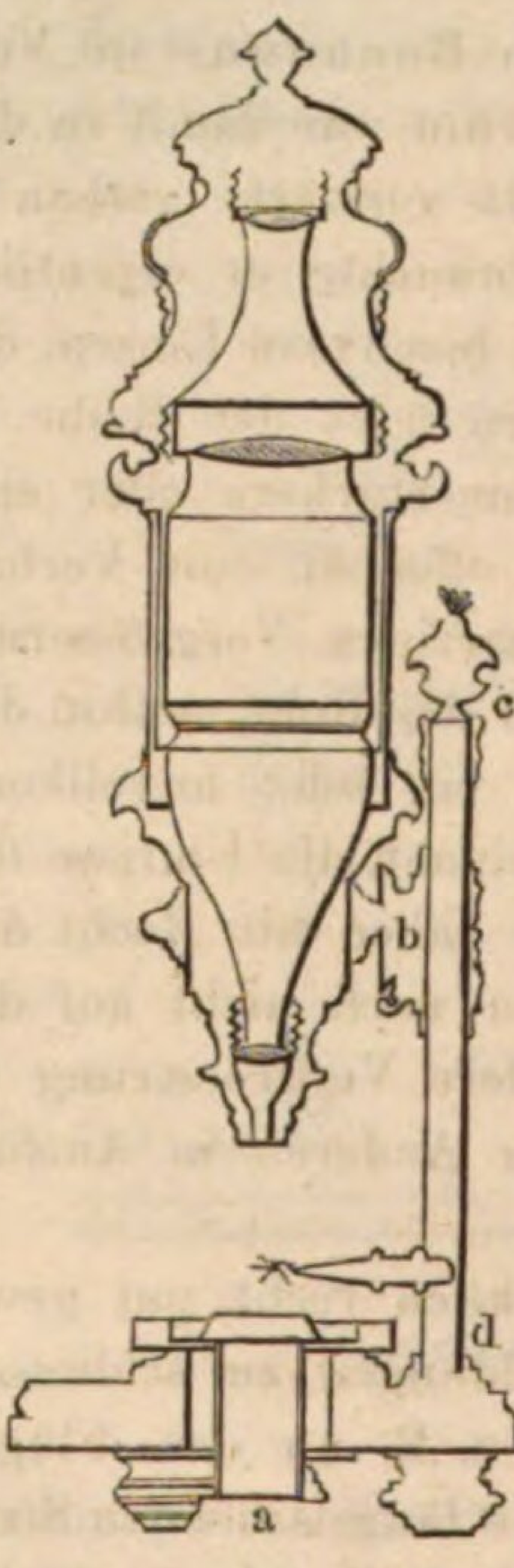
Die Mikroskope von Bonannus scheinen wirklich recht gut gewesen zu sein, nach den oftmals ganz genauen Abbildungen zu schliessen, die er von einer Menge Objecten giebt. So sind z. B. an den Flügelschüppchen mehrerer Schmetterlinge nicht selten die längslaufenden Streifen ganz deutlich angegeben. Auch übertraf sein Mikroskop offenbar die früheren im Vergrösserungsvermögen. Nimmt man einige seiner Abbildungen als Maassstab, so muss es wenigstens 200 bis 300 Mal vergrössert haben.

Im Aeusseren mehr verziert, sonst aber nicht so zweckmässig eingerichtet waren Joblot's Mikroskope, wovon mehrere Arten in dessen *Descriptions et usages de plusieurs nouveaux Microscopes* etc. Par. 1718 beschrieben sind. Sein zusammengesetztes Mikroskop ist Fig. 66 (a. f. S.) im Durchschnitte abgebildet und auch ohne ausführliche Beschreibung verständlich genug. Es verdient nur deshalb besondere Beachtung, weil darin eine Annäherung zu den späterhin allgemein in Gebrauch gekommenen Mikroskopen mit stangenförmigem Stative hervortritt. Uebrigens

*) Die horizontale Richtung haben auch Andere dem zusammengesetzten Mikroskope gegeben. Im *Vollständigen Lehrgebäude der Optik*. S. 412 und 413 sind zwei solche als holländische Mikroskope (der Verfertiger wird aber nicht genannt) beschrieben und abgebildet; das eine hatte zwei, das andere drei Gläser.

war es darauf eingerichtet, die Objecte bei auffallendem wie bei durchfallendem Lichte zu beschauen. Für den letzteren Fall hatte der Fuss bei *a* eine Oeffnung, die dem Lichte zugekehrt wurde. Die Annäherung zum Objecte erfolgte dadurch, dass das hohle Stück *b* an der Stange *dc* auf- und niedergeschoben wurde.

Fig. 66.



Joblot's zusammengesetztes Mikroskop.

Bei Joblot geschieht auch zuerst der *Microscopes universels* Erwähnung, unter welchem Namen man späterhin in der Regel solche Instrumente verstanden hat, die sich nach Willkür als einfaches und als zusammengesetztes Mikroskop benutzen lassen. Das passt unter den von Joblot beschriebenen nur auf ein einziges; die übrigen konnten nur mit einer Linse benutzt werden. Die ganze Einrichtung bietet auch nichts Besonderes dar, da sie ganz einfach darauf hinaus lief, dass in ein solches Mikroskop, wie es S. 52, Fig. 16 dargestellt ist, statt einer Linse das ganz kurze Rohr eines zusammengesetzten Mikroskopes geschraubt wurde.

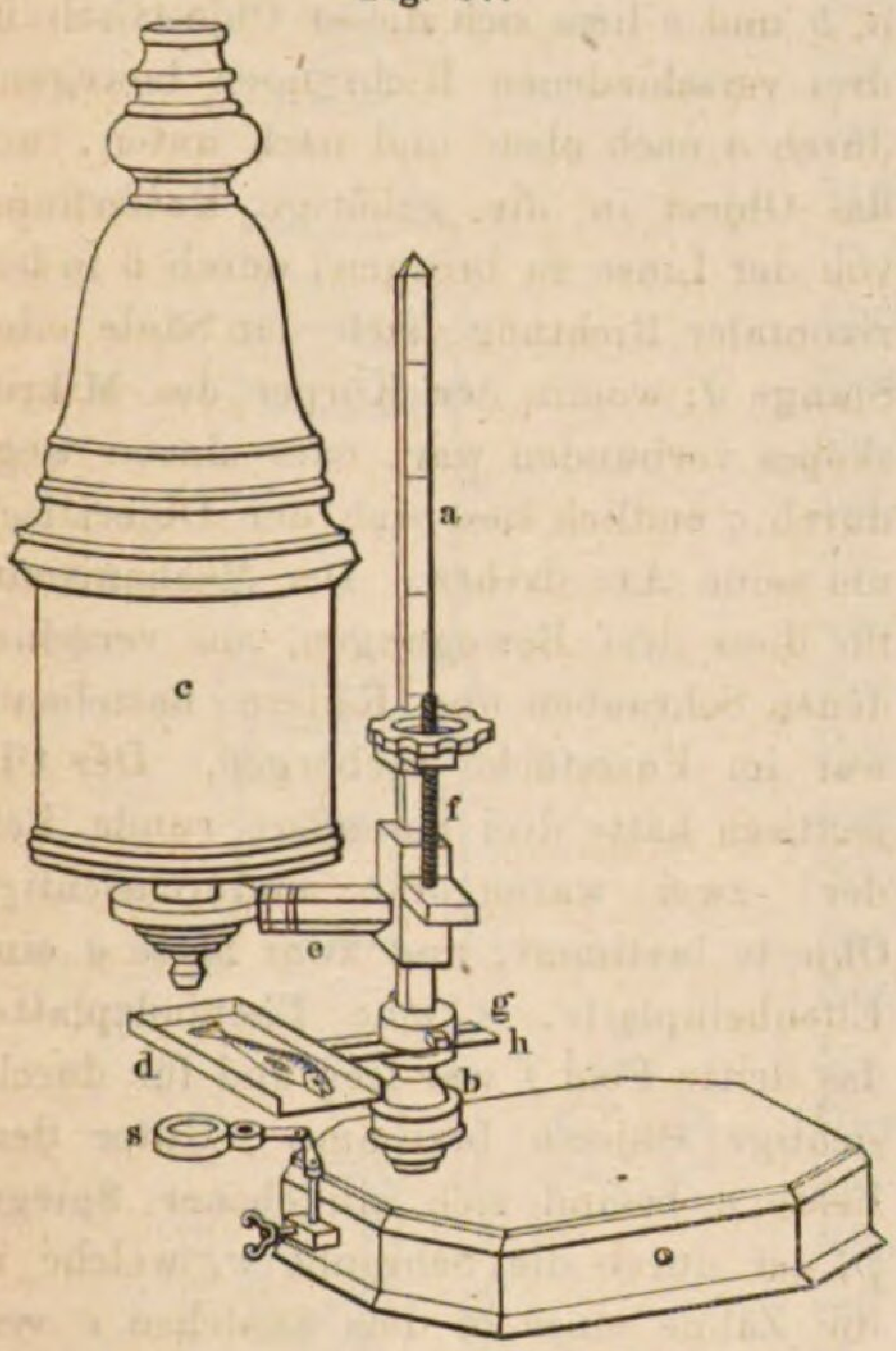
Endlich hat Joblot noch ein Instrument beschrieben, worin, wenngleich es nicht mehr denn 5 Linsen enthielt, drei verschiedene Mikroskope und zwei Fernrohre vereinigt waren*).

Um die nämliche Zeit lieferte Marshall in England ein Mikroskop (Fig. 67), welches vor den bisherigen einige Vorzüge bietet. Eine vierseitige Stange *a*, die nach unten in eine ziemlich grosse Kugel *b* ausgeht, lagert mit dieser in einer napfförmigen Aushöhlung, so dass ein Kugelgelenk entsteht, welches gestattet, dass die Stange mit sammt dem daran befestigten Mikroskoprohre *c* und dem Objecttische *d* in alle möglichen Richtungen, die horizontale nicht ausgeschlossen, gebracht werden kann. Das breite aber kurze Mikroskoprohr wird von dem Arme *e* getragen, der durch die Schraube *f* sich höher oder tiefer stellen lässt. Der länglich-viereckige Objecttisch *d* besteht aus einem mit einer Glasplatte bedeckten Rahmen, und durch die beiden Arme *g* und *h*, die zwischen zwei runden Scheiben sich bewegen, ist er derge-

*) Man machte damals viel Aufsehens aus solchen Curiositäten. Bei Zahn (l. l. p. 271) ist als *Panscopium* ein Apparat beschrieben, welcher nicht weniger als zehn besondere optische Instrumente enthielt, nämlich zwei Arten Camera obscura, ein Helioskop, ein Mikroskop, ein Polemoskop und mehrere Arten von Teleskopen, mit einzelnen Convexgläsern oder mit Concav- und Convexgläsern.

stalt mit der Stange des Mikroskopes verbunden, dass die Arme hin- und hergeschoben werden können und der ganze Objecttisch sich herumdrehen lässt. Zur Beleuchtung mit durchfallendem Lichte wird das Mikroskop bei Tage gegen den Himmel gerichtet, Abends aber wird es vertical gestellt, und das Licht einer darunter befindlichen Kerze wird durch die Linse *s* noch mehr concentrirt.

Fig. 67.



Zusammengesetztes Mikroskop von Marshall.

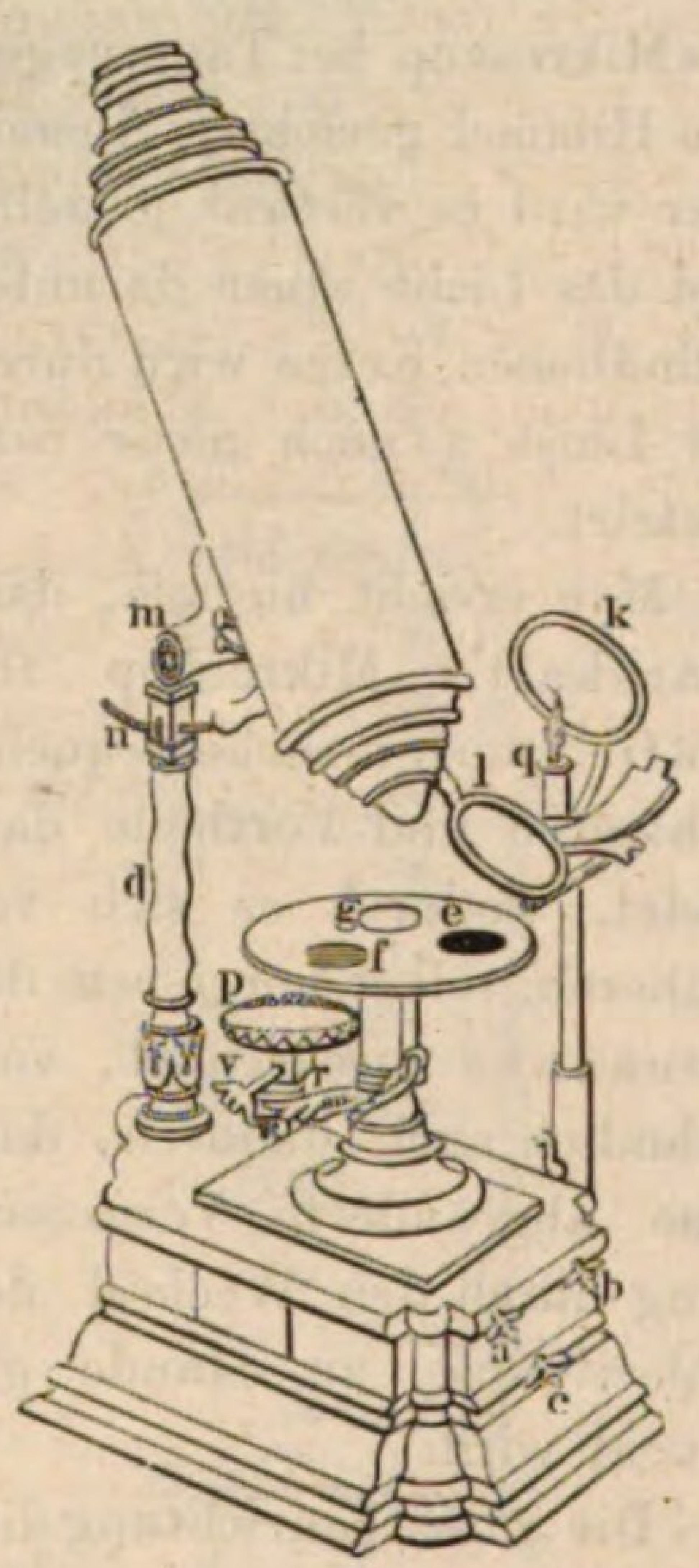
Man ersieht hieraus, dass Marshall's Mikroskop für den Gebrauch manche Bequemlichkeiten und Vortheile darbietet, wodurch es sich vor früheren, selbst vor jenem des Bonannus auszeichnet, vornehmlich auch dadurch, dass eine abgeänderte Vergrösserung durch den Wechsel der Objectivlinse zu Stande gebracht wird.

Die ganze Einrichtung dieses Mikroskopes, wenngleich es ziemlich grob und plump ausgeführt ist, nähert sich offenbar schon jener der späteren Mikroskopstative. Ein wesentlicher Bestandtheil fehlt ihm aber noch, nämlich der Spiegel. Es muss uns aber in der That Wunder nehmen, dass der augenscheinlich so einfache Gedanke, das Gesichtsfeld durch einen die Lichtstrahlen reflectirenden Spiegel zu beleuchten, erst so spät bei den Verfertigern von Mikroskopen sich Geltung verschaffte; dies um so mehr, da man sonst damals bei verschiedenen optischen Instrumenten Spiegel anzuwenden pflegte, und da man sogar, wie wir später sehen werden, bereits den Vorschlag gemacht hatte, das Sonnenmikroskop mit einem Spiegel zu versehen.

Während Joblot in Frankreich und Marshall in England die beschriebenen Mikroskope lieferten, hatte in Deutschland Hertel (*Anweisung zum Glasschleifen*. Halle 1715) wirklich ein Mikroskop zu Stande gebracht, das mit einem Spiegel versehen war und in seiner ganzen mechanischen Einrichtung vorzüglicher war, als alle früheren Mikroskope, ja selbst viel spätere darin noch übertraf (Fig. 68 a. f. S.). Das Mikroskoprohr konnte durch eine Charnierbewegung bei *m* und durch die gekrümmte

Schraube *n* in verschiedene Richtungen gebracht werden. Auf einem hohen vierseitigen Fussstücke stand mittelst eines runden Säulchens ein besonderer Objecttisch. Durch drei Griffe *a*, *b* und *c* liess sich dieser Objecttisch in drei verschiedenen Richtungen bewegen: durch *a* nach oben und nach unten, um das Object in die gehörige Entfernung von der Linse zu bringen; durch *b* in horizontaler Richtung nach der Säule oder Stange *d*, womit der Körper des Mikroskopes verbunden war, oder davon weg; durch *c* endlich liess sich der Objecttisch um seine Axe drehen. Der Mechanismus für diese drei Bewegungen, aus verschiedenen Schrauben und Rädern bestehend, war im Fussstücke verborgen. Der Objecttisch hatte drei besondere runde Felder: zwei waren für undurchsichtige Objecte bestimmt, und zwar hatte *g* eine Elfenbeinplatte, *e* eine Ebenholzplatte; das dritte Feld *f* war leer und für durchsichtige Objecte bestimmt. Unter dem Felde *e* befand sich ein ebener Spiegel *p*, der durch die Schraube *v*, welche in die Zähne eines in dem Säulchen *r* verborgenen Rades griff, in alle Richtungen gebracht werden konnte, um das Licht aufzufangen und auf das Object zu reflectiren. Zur Beleuchtung undurchsichtiger Objecte dienten der concave Metallspiegel *k* und die Linse *l*, zwischen denen eine Lampe aufgehangen war.

Fig. 68.



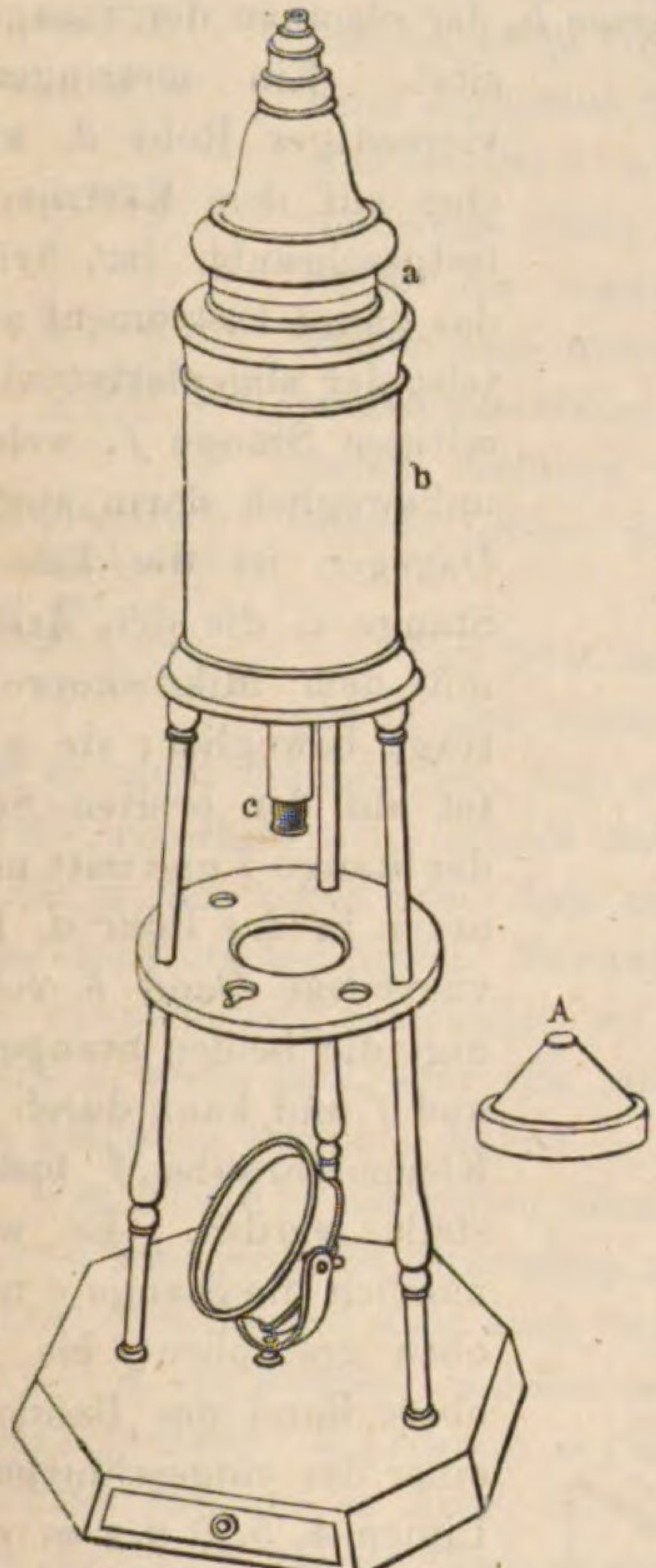
Zusammengesetztes Mikroskop von Hertel.

Wir begegnen bei diesem Mikroskope zum ersten Male bedeutenden Verbesserungen. Es hat erstens einen frei für sich dastehenden Objecttisch, der durch mechanische Mittel herumgedreht und in horizontaler Richtung bewegt werden kann, so wie zweitens einen Spiegel zur Beleuchtung durchsichtiger Objecte; drittens aber fügte Hertel seinem Mikroskope auch bereits Schrauben- und Netzmikrometer bei, von denen später die Rede sein wird.

48 Hertel's Mikroskop, wie vortrefflich es auch in mehr als einer Beziehung war, scheint gleichwohl nicht allgemein bekannt geworden zu sein, wahrscheinlich deshalb, weil es wegen der zusammengesetzten Einrichtung kostspielig war. Erst mehrere Jahre später bekam auch das

zusammengesetzte Mikroskop von Culpeper und Scarlet in London (Fig. 69) ebenfalls einen Spiegel*). Neu ist aber bei diesem Mikroskope die Beigabe eines Kegels *A* aus Ebenholz, der unten an den Objecttisch kommen kann, um dadurch das Licht zu mässigen. Dieses Mikroskop, welches lange Zeit hindurch im allgemeinen Gebrauche blieb, hat übrigens eine sehr einfache Einrichtung, wie man aus der Abbildung auch ohne weitere Erklärung ersieht. Die Abänderung des Abstandes zwischen Objectiv und Object wird dadurch bewirkt, dass das Rohr *a*, welches in dem weiteren Rohre *b* gleitet, mehr oder weniger ausgezogen wird, oder dass die Schraube umgedreht wird, wodurch das die Objectivlinse enthaltende Röhrchen *c* an den engeren Theil des Mikroskoprohres befestigt ist. Diese Bewegungsmittel waren freilich wenig geeignet zu einer feinen Einstellung. Aber auch in anderen Hinsichten erschien das Gestell dieses Mikroskopes nicht ganz zweckmässig, und das war der Grund, weshalb Cuff, die von Baker (*Employment for the Microscope*. London. 1753) gegebenen Winke benutzend, eine andere Einrichtung einführte, welche bei den meisten

Fig. 69.



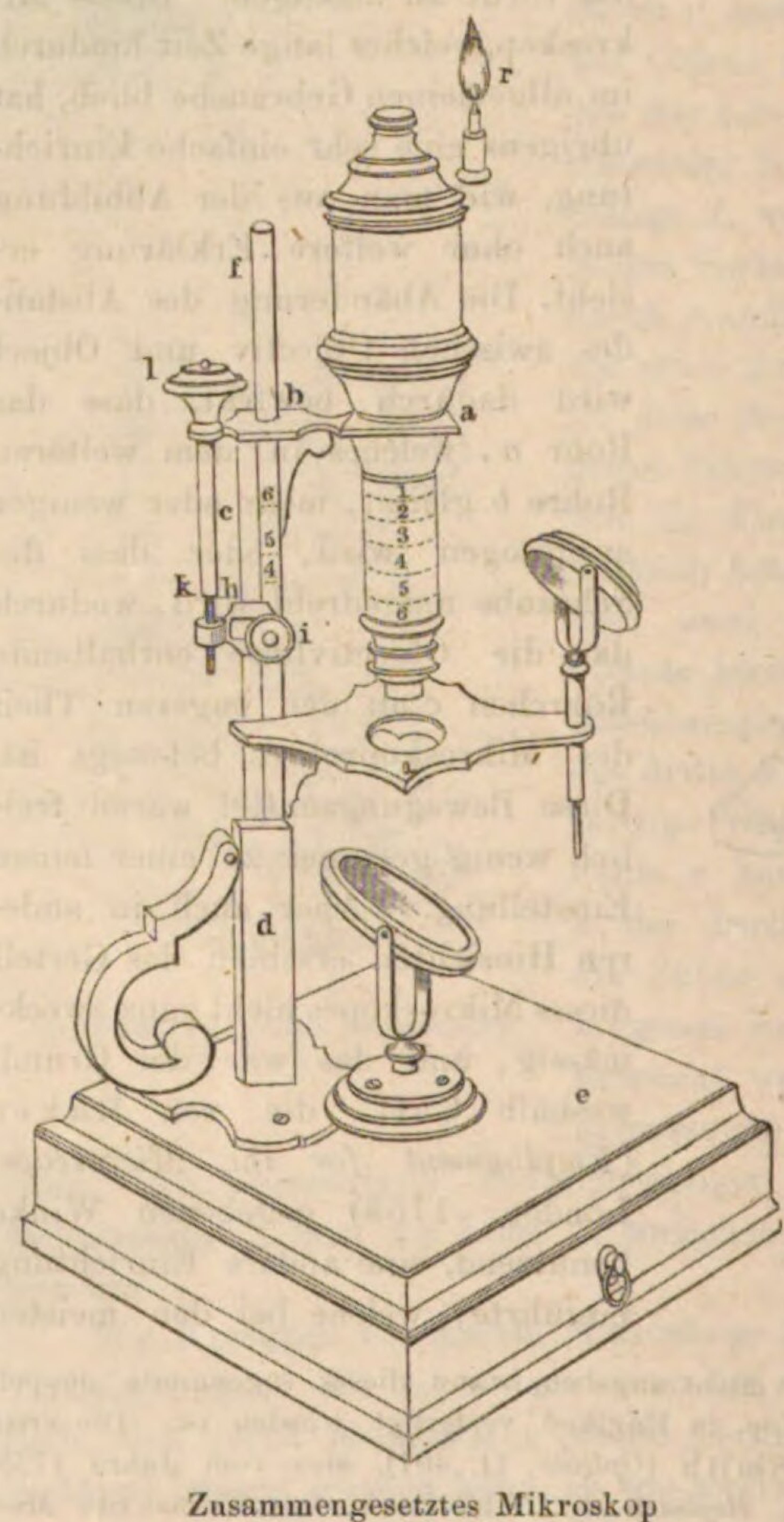
Zusammengesetztes Mikroskop von Culpeper und Scarlet.

*) Genau kann ich die Zeit nicht angeben, wann dieses sogenannte doppelt reflectirende oder Spiegelmikroskop in England verfertigt worden ist. Die erste Nachricht darüber finde ich bei Smith (*Opticks*, II. 407), also vom Jahre 1735. Den im Jahre 1739 erschienenen *Beginsels der Natuurkunde door Petrus van Musschenbroek* ist ein Preiscourant der Instrumente seines Bruders Johannes angehängt, und hier werden ausser den oben (S. 42) besprochenen einfachen Mikroskopen noch aufgeführt: a) ein Apparat mit neun Vergrösserungsgläsern, um durch ein Glas oder durch zwei Gläser zugleich zu sehen; b) ein neuer Doppelapparat, hoch und unten mit einem Spiegel versehen, womit man durch drei Gläser zugleich die Objecte sieht. Das letztere Instrument war also ein zusammengesetztes Mikroskop, das mit einem Beleuchtungsspiegel versehen war. Man hat denselben also in Holland angewandt, bald nachdem diese Verbesserung in England eingeführt worden war.

Stativen späterer Mikroskope, ja selbst bei vielen der jetzt noch gebräuchlichen zu Grunde gelegt wurde *).

Bei Cuff's zusammengesetztem Mikroskope (Fig. 70) hängt das Rohr unbeweglich in dem Ringe *a* am Arme *b*, der oben an der Stange *c* sitzt. Ein messingenes vierseitiges Rohr *d*, welches auf dem Kästchen *e* festgeschraubt ist, trägt das ganze Instrument mittelst der abgeplattet vierseitigen Stange *f*, welche unbeweglich darin steckt. Dagegen ist die kürzere Stange *c*, die den Arm *b* mit dem Mikroskoprohre trägt, beweglich; sie gleitet auf der breiten Seite der Stange *f* und tritt nach unten in das Rohr *d*. Das vierseitige Band *h* vereinigt die beiden Stangen *c* und *f* und kann durch die Klemmschraube *i* festgestellt werden. Es wird nämlich die Stange *c* nach oben geschoben, bis der obere Rand des Bandes *h* einer der eingeschnittenen Linien 4, 5, 6 u.s.w. entspricht, durch welche so ziemlich die Brennweite der verschiedenen Objective angegeben ist, und dann wird das Band *h* durch die Schraube festgestellt. Neben dieser gröberen Einstellung ist aber auch noch eine feinere angebracht durch die Schraube *k*, welche mit dem geränderten Knopfe *l* versehen ist. Die Einrichtung des Objecttisches, des Spie-

Fig. 70.

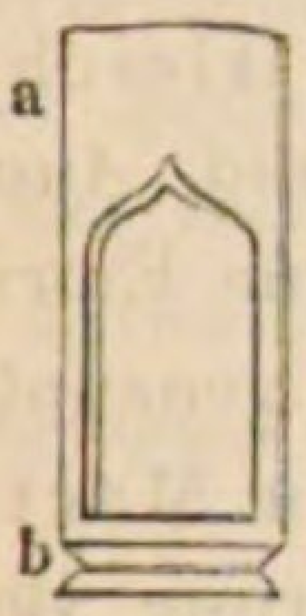


Zusammengesetztes Mikroskop von Cuff.

*) Ich will bemerken, dass Mayen (*Kurzer Unterricht von der Beschaffenheit und dem Gebrauche der Vergrösserungsgläser und Teleskopien.* Dresden 1747. S. 16) angiebt, es sei dieses Stativ von dem englischen Künstler George Sterrop

gels u. s. w. erhellt genugsam aus der Figur und bedarf keiner besonderen Beschreibung. Ich habe nur noch hinzuzufügen, dass bei diesem Mikroskope auch das concave Spiegelchen (Fig. 71) für undurchsichtige Objecte benutzt wurde, das früher allein beim einfachen Mikroskope angewendet wurde. Dieser Hohlspiegel *b* wurde unten an eine zu beiden Seiten theilweise offene Röhre *a* befestigt, die je nach der Brennweite des benutzten Objectives höher nach oben oder weiter nach unten über den engeren Theil des Mikroskoprohres geschoben wurde, und zu diesem Zwecke waren daran mehrere den verschiedenen Objectiven entsprechende Linien eingeschnitten.

Fig. 71.



Hohlspiegelchen für auffallendes Licht zu Cuff's Mikroskope.

Von jetzt an nahm die Zahl der Mikroskopverferti- 49
ger in den verschiedenen Ländern Europas so sehr zu, dass es nicht möglich ist, bei einem jeden ausdrücklich zu verweilen und die verschiedenen oftmals unbedeutenden Modificationen anzuführen, die sie in dem einen oder dem anderen Abschnitte des mikroskopischen Apparates eintreten liessen. Nur auf die bedeutenderen Mikroskopverfertiger lasse ich mich ein, namentlich auf jene, deren Mikroskope zumeist in Gebrauch gewesen sind, oder die einigermaassen erhebliche Verbesserungen oder Beigaben ersonnen haben.

Von Steiner ist schon oben (S. 51) angeführt worden, dass er das Wilson'sche einfache Mikroskop mit einer geringen Veränderung nachmachte; derselbe hat aber auch damit ein *Microscopium universale* hergestellt, d. h. ein solches, welches nach Willkür als einfaches oder als zusammengesetztes Mikroskop in Gebrauch gezogen werden konnte. Zu dem Ende brachte er über die Linsen des einfachen Mikroskopes ein Rohr, worin die beiden Oculare enthalten waren; das Rohr aber wurde an einer besonderen Stange befestigt, die auf jene des einfachen Mikroskopes kommen konnte. Siehe die von Steiner besorgte Uebersetzung von Baker: *Das zum Gebrauch leicht gemachte Microscopium* u. s. w., *dem beigefüget eine Nachricht vom Polypo*, und L. Steiner's *Beschreibung seines neuerfundenen Universal-Microscopii*. Zürich. 1756.

Eine ähnliche Einrichtung machte Jacob Lommers in Utrecht, mit

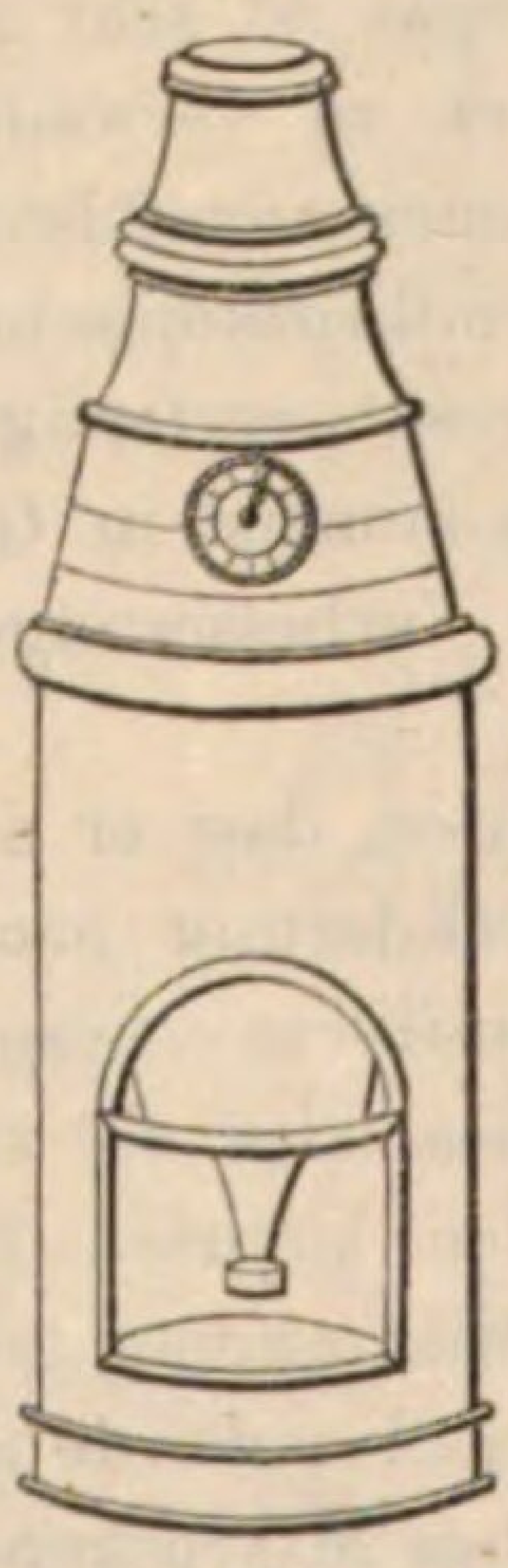
erfunden worden, und auf Tafel VI bildet er dann als solches genau das Cuff'sche Mikroskop ab, das man bei ihm um einen billigen Preis erhalten könne. Ueber die Richtigkeit dieser Angabe vermag ich nicht zu entscheiden. Wie es sich aber auch damit verhalten mag, wenigstens ist dieses Mikroskop späterhin allgemein als Cuff'sches bekannt geworden, und dazu mag die grosse Verbreitung des Werkes von Baker, welches in verschiedene Sprachen übersetzt wurde, viel beigetragen haben.

dem Unterschiede jedoch, dass das die Oculare enthaltende Rohr unmittelbar auf jenes Rohr geschraubt wurde, welches die Linse umschloss. Ich habe zwei solche Instrumente von Lommers gesehen, das eine mit der Jahreszahl 1751, das andere mit der Jahreszahl 1760.

Ein anderes *Microscopium universale* ersann sich von Gleichen. Dasselbe findet man bei Ledermüller (*Mikr. Gemüths- und Augenergötzung* u. s. w.) umständlich beschrieben und abgebildet. Seine Einrichtung war aber gewiss nicht so zweckmässig als bei den bereits genannten.

Um die nämliche Zeit wurden in England von Benjamin Martin, einem Manne, der theoretisches Wissen mit praktischer Erfahrung vereinigte, mehrerlei Mikroskope verfertigt. Sein Taschenmikroskop (*Description and use of a Pocket reflecting Microscope*. London, 1739. *Philosophia Britannica*. 1740. III, Tab. 46 *), welches in Fig. 72 dargestellt ist, war sehr einfach zusammengesetzt, und es war ihm ein Schraubenmikrometer beigegeben, worauf ich später zurückkomme. In diesem Martin'schen Mikroskope erkennt man übrigens die erste gröbere Form vieler Mikroskopgestelle, die noch in späterer Zeit im Gebrauche geblieben sind.

Fig. 72.



Martin's Taschenmikroskop.

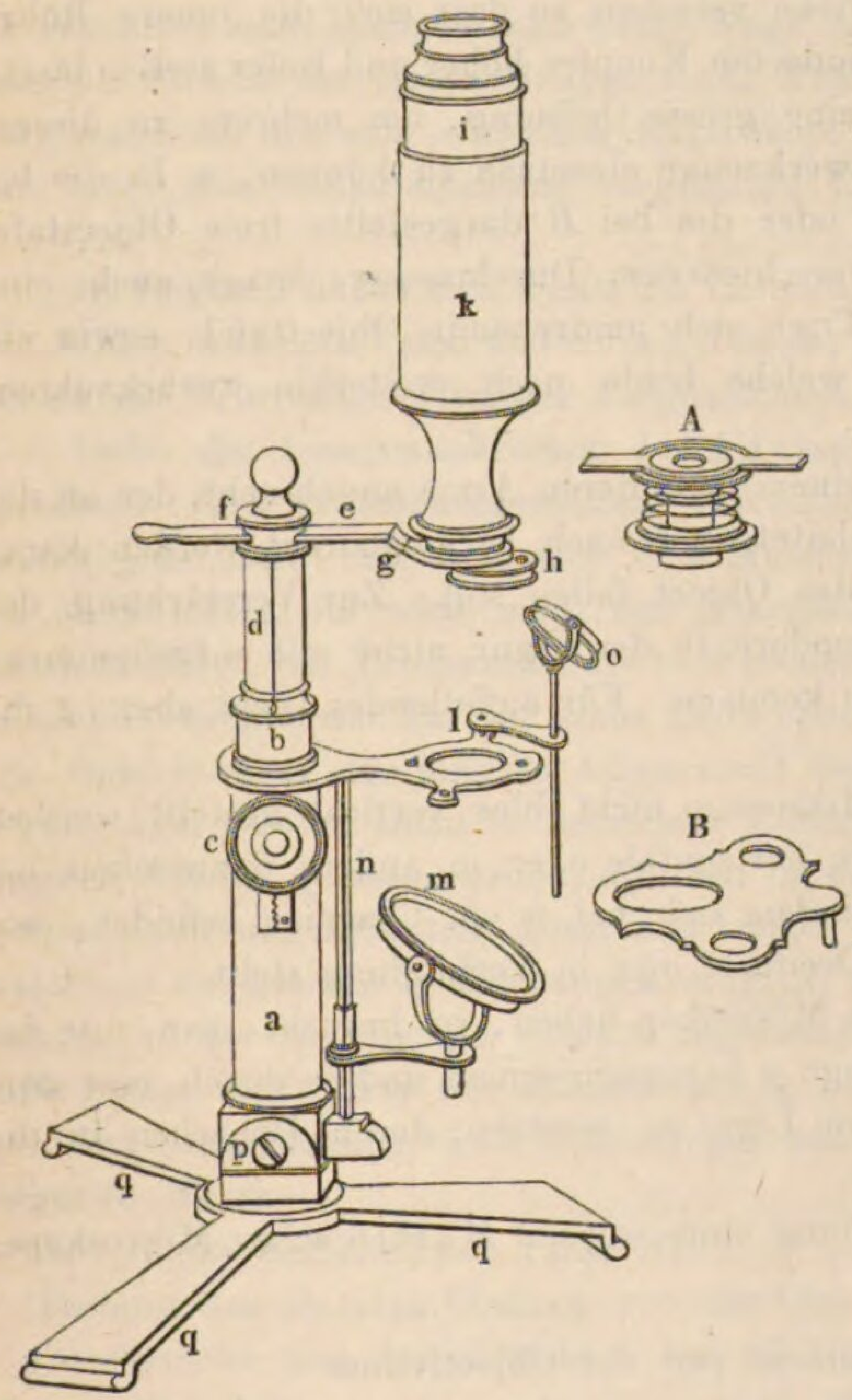
Martin beschrieb auch ein Mikroskop, wo sich zwischen den beiden biconvexen Objectiv- und Ocularlinsen ein biconcaves Glas befand (*System of Opticks*. 1740. p. 212). Diese Einrichtung war aber nicht neu. Wir haben gesehen, dass sie schon an Fontana's Mikroskope vorkam, und vor Martin hatte auch noch Conradi (*Dreifacher Sehestrahl*. Koburg 1710. S. 109) ein Mikroskop in dieser Art eingerichtet. Auch das von Martin (*New Elements of Opticks*. 1759. p. 50) beschriebene Mikroskop mit vier Linsen konnte nicht auf Neuheit Anspruch machen, da schon früher (S. 103) dergleichen verfertigt wurden. Endlich können auch die sogenannten polydynamischen Mikroskope Martin's (*Microscopium polydynamicum, or a new construction for the Microscope*. London 1771) nicht als seine Erfindung gelten; es waren dies nur Fernrohre, die man durch Ausziehen der Rohre in Mi-

*) Am Ende dieses Bandes der *Philosophia Britannica* steht, das *New invented Pocket reflecting Microscope* mit dem Mikrometer zusammen koste 1 Guinee, und ohne den letzteren 10 Schilling 6 Pence. J. William (*Quart. Journ. of microscop. Sc.* 1863. N. S. IX. *Transact.* p. 1) hat eine kurze Lebensskizze Benj. Martin's gegeben; darin kommt ein Katalog seiner Instrumente vor, worin das grosse Universalmikroskop mit 5 Pfd. 5 Schilling angesetzt ist. Die englischen Mikroskope waren also damals wohlfeiler als jetzt.

kroskope verwandelte, und das war schon viel früher bekannt gewesen und von Wolf (*Elementa Dioptrices*, §. 454) anempfohlen worden.

Dagegen unterscheidet sich sein Neues Universalmikroskop in manchen Hinsichten von den Instrumenten seiner Vorgänger. Die erste Beschreibung und Abbildung desselben fällt auf das Jahr 1759 (*Philosophia Britannica.* III, p. 400). Er verbesserte es aber weiterhin noch und in der *Description of a New Universal Microscope.* London 1776, gab er davon eine neue Beschreibung*). Die optische Einrichtung dieses Mikroskopes (Fig. 73) ist folgende. Das Ocular besteht aus drei planconvexen Gläsern, von denen die beiden oberen einander die Convexität zukehren. Zwischen dem Oculare und der biconvexen Objectivlinse befindet sich aber noch eine planconvexe Linse, so dass es im Ganzen fünf Linsen sind. Die mechanische Einrichtung ist auch in mehr denn einer Hinsicht eine andere als beim Cuff'schen Mikroskope. Das Stativ *a* ist eine runde hohle Säule oder Röhre (bei anderen Martin'schen Mikroskopen ist es aber auch dreiseitig, wie bei Plössl's Mikroskopen); darin wird ein zweites Rohr *b*, welches gezahnt ist, durch den geränderten Knopf *c* auf und niederbewegt; in dem zweiten Rohre aber steckt wieder ein drittes *d*, mittelst dessen die gröbere Einstellung erzielt wird. Das dritte Rohr trägt den Arm *e* mit dem Mikroskoprohre, und

Fig. 73.



Universalmikroskop von Benj. Martin.

*) In der Vorrede zu dieser Beschreibung gedenkt Martin eines kleinen zusammengesetzten Mikroskopes, mit dessen Verfertigung er sich damals beschäf-

dieser Arm lässt sich in dem Ausschnitte bei *f* hin- und herschieben. Das Mikroskoprohr wird in den Ring *g* geschraubt, und unter diesem befindet sich eine drehbare Scheibe *h* mit sechs Objectivlinsen von verschiedener Brennweite. Man kann aber auch diese Scheibe wegnehmen und anstatt derselben verschiedene in Röhrchen gefasste Objectivlinsen unten an den Ring anschrauben. Das Mikroskoprohr besteht eigentlich wieder aus zwei Röhren *k* und *i*; die innere Röhre *i* umschliesst die drei Augengläser und lässt sich ausziehen, um die Entfernung zwischen dem Objective und dem Oculare zu vergrössern. (An manchen Martin'schen Mikroskopen hat das äussere Rohr eine Rinne und eine gezahnte Stange und die innere ist mit einem Triebe versehen, so dass sich die innere Röhre durch Umdrehen eines geränderten Knopfes höher und tiefer stellen lässt.)

Der Objecttisch *l* hat eine grosse Oeffnung, um mehrere zu diesem Mikroskope gehörige Hülfswerkzeuge einsetzen zu können, z. B. die bei *A* abgebildete Klemmfeder, oder die bei *B* dargestellte freie Objecttafel mit drei Oeffnungen von verschiedenem Durchmesser; ferner auch eine durch ein Rad und einen Trieb sich umdrehende Objecttafel, sowie ein Schraubenmikrometer, auf welche beide noch weiterhin zurückzukommen ist.

Der Spiegel *m* ist an einem besonderen Arme angebracht, der an der Stange *n* auf- und niedergleitet, und auch herumgedreht werden kann, wenn das Licht schief auf das Object fallen soll. Zur Verstärkung des Lichtes kann noch eine besondere, in der Figur nicht mit aufgenommene Linse unter den Objecttisch kommen. Für auffallendes Licht aber ist die Linse *o* bestimmt.

Endlich kann dieses Mikroskop nicht blos vertical gestellt werden, sondern es kann auch in die horizontale oder in andere dazwischen liegende Stellungen kommen, indem sich bei *p* ein Charnier befindet, wodurch das Stativ mit dem Dreifusse *qqq* in Verbindung steht.

Will man ein einfaches Mikroskop haben, so braucht man nur das Mikroskoprohr aus dem Ringe *g* herauszunehmen und es durch eine zum Mikroskope gehörige einfache Linse zu ersetzen, deren Röhrchen in die Oeffnung des Ringes passen.

Ich habe bei Untersuchung eines solchen Martin'schen Mikroskopes folgende Werthe gefunden:

Abstand des obersten Oculares von der Objectivlinse
bei ausgezogenem Verlängerungsrohre . . . 29 Centimeter

tigte, welches die Objecte 2000 bis 5760 Mal im Durchmesser vergrösserte, und dem er den Namen *des Virtuosen optischer Apparat* zugedacht hatte. Es ist mir unbekannt, ob dieses Mikroskop jemals aus Martin's Händen gekommen ist. Die so starke Vergrösserung lässt vermuthen, dass keine Linsen, sondern kleine Glaskügelchen als Objective benutzt wurden.

Abstand ohne Ausziehung des Verlängerungsrohres .	22 Centimeter
Brennweite der stärksten Linse des Mikroskopes . .	5,8 Millimeter
Oeffnungswinkel dieser Linse	11°
Grösse des Gesichtsfeldes für 25 Centimeter Sehweite	204 Millimeter
Vergrösserung mit der stärksten Linse bei der nämlichen Sehweite ohne Benutzung des Verlängerungsrohres	148 Mal
Desgl. mit Benutzung des Verlängerungsrohres . .	220 „

Die Bilder haben nur eine geringe Schärfe. Auch auf den Schüppchen solcher Schmetterlinge, wo die Streifen, wie bei *Noctua nupta*, leicht zu erkennen sind, bemerkt man keine Spur davon; ebensowenig erkennt man die Striche der ersten Gruppe eines Nobert'schen Probetäfelchens. Dagegen sind die zum einfachen Mikroskope gehörenden Linsen scharf und hell. Die beiden stärksten vergrössern 128 und 198 Mal.

In England haben sich weiterhin im achtzehnten Jahrhunderte noch 50
die beiden Adams (Vater und Sohn), Jones, Dollond (Vater und Sohn), Mann als Mikroskopverfertiger ausgezeichnet.

Ueber das Lampenmikroskop der Adams ist hier nicht der Ort zu sprechen. Ihre zusammengesetzten Mikroskope gehören aber zu den besten jener Zeit. Sie sind nach dem Muster des Cuff'schen Mikroskopes eingerichtet, nur wird nicht der Mikroskopkörper, sondern der Objecttisch durch ein Triebwerk auf- und niederbewegt. Zur Beleuchtung dient ein Spiegel, der auf der einen Seite eben, auf der anderen concav ist. Später nahm der jüngere Adams mit den Objectivlinsen die Veränderung vor, dass sie nicht in besondere Röhrchen, sondern in eine messingene Scheibe gefasst wurden, die man in einen unten am Mikroskopkörper dafür angebrachten Ausschnitt schob. Mittelst einer Stahlfeder, welche in die kleinen Einkerbungen eingriff, die in bestimmten Entfernungen an der messingenen Scheibe angebracht waren, kam die Objectivlinse immer in die Axe des Mikroskopes zu liegen.

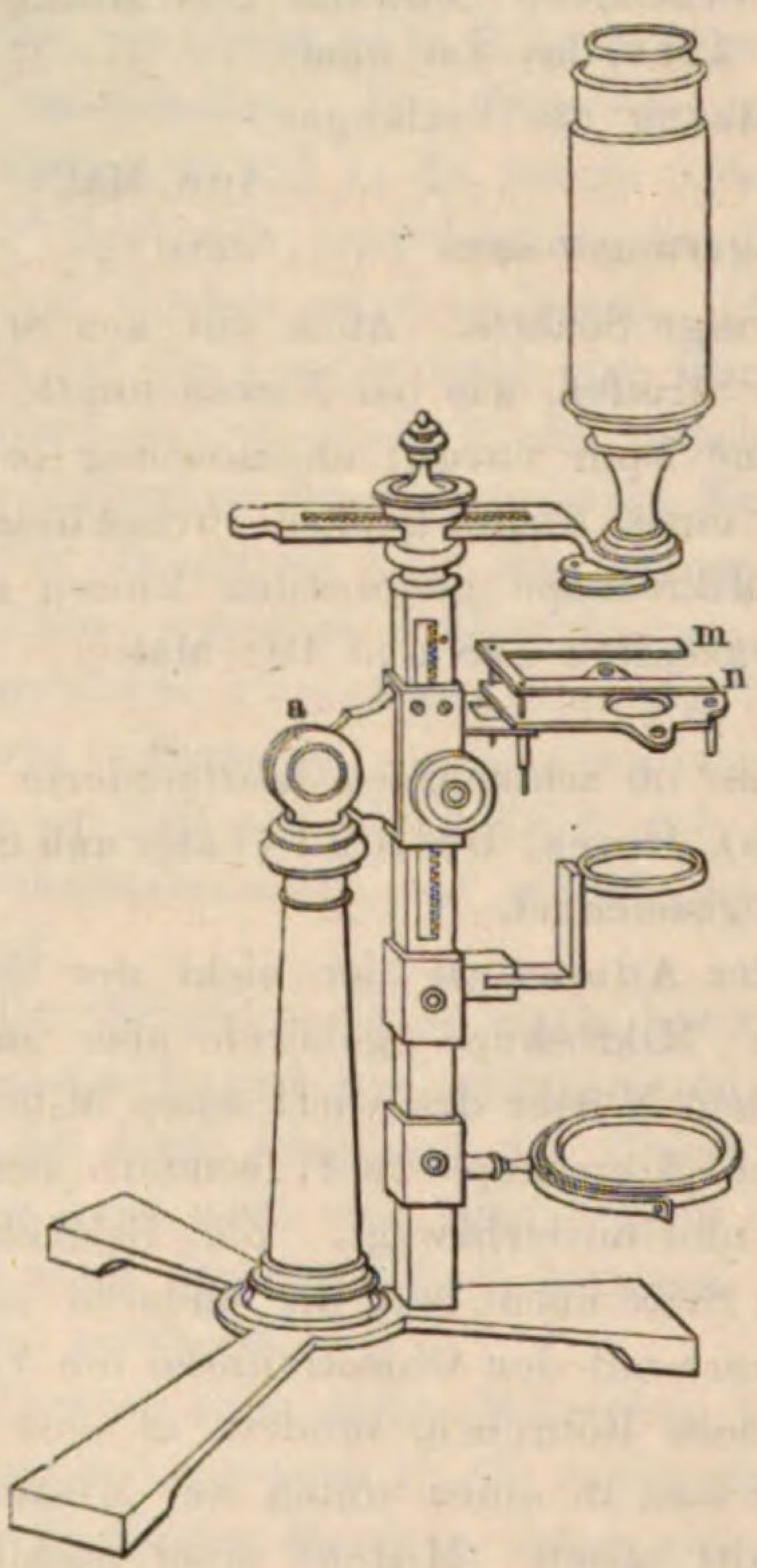
Bei Untersuchung eines Mikroskopes vom älteren Adams erhielt ich folgende Werthe:

Brennweite der stärksten Linse Nr. 1	3,2 Millimeter
Abstand des obersten Oculares von der Objectivlinse	13 Centimeter
Durchmesser des Gesichtsfeldes bei 25 Centimeter Sehweite	16 „
Vergrösserung mit der Linse Nr. 1	150 Mal.

Bei dieser Vergrösserung sieht man die Längsstreifen auf den Flügelschüppchen von *Noctua nupta* ziemlich gut. Dieses Mikroskop zeichnet sich also vor dem Martin'schen durch grössere Helligkeit und grössere Schärfe des Bildes aus; dagegen steht es hinsichtlich der Grösse des Gesichtsfeldes diesem nach.

Die früheren Mikroskope von Jones stimmen grossentheils mit jenen von Adams überein. Eine spätere Verbesserung von Jones (Fig. 74) bestand darin, dass er den Körper des Mikroskopes, den Objecttisch und den Spiegel an einer besonderen Stange befestigte, die durch ein Charnier *a* mit dem Stative verbunden ist, so dass das Instrument horizontal gegen das Licht gestellt werden kann. Er hatte dabei das nämliche Ziel vor Augen, wie Martin; seine Einrichtung jedoch war eine bessere, weil das Charnier höher oben angebracht ist, mithin das Mikroskop in der horizontalen Stellung sich mehr in gleicher Höhe mit dem Auge des Beobachters befindet, und bei schiefer Stellung besser equilibrirt ist. Dieser Theil des Jones'schen Mikroskopgestelles ist auch bei den späteren englischen Mikroskopen meistens beibehalten worden.

Fig. 74.



Mikroskop von Jones.

Die mechanische Einrichtung der Mikroskope von James Mann ist in der Hauptsache ganz so wie bei Jones. Was ihr optisches Vermögen anbetrifft, so scheinen sie für die Zeit ihrer Anfertigung sehr gut gewesen zu sein. Meyen (*Die neuesten Fortschritte der Anatomie und Physiologie der Gewächse.* 1836. S. 2), der seine ersten phytotomischen Beobachtungen noch mit einem Mann'schen Mikroskope anstellte, rühmt es wenigstens sehr.

Auch die Dollond'schen Mikroskope aus jener Zeit hatten ziemlich die gleiche Einrichtung wie jene von Jones. Nur das verdient bemerkt zu werden, dass Dollond das Huygens'sche Ocular benutzte; er scheint dies zuerst gethan zu haben (Chevalier, *Notes rectificatives* etc. p. 25).

51 In Deutschland wurde mittlerweile das Cuff'sche Mikroskop von Ring und Vennebruch in Berlin nachgemacht. Reinthaler in Leipzig verfertigte auch dergleichen, jedoch mit der Veränderung, dass der

Körper des Mikroskopes nicht durch eine Schraube, sondern durch einen Trieb sich auf- und niederbewegte (Krünitz's *Encyclopädie*. Art. Mikroskop. S. 266). Auch das zusammengesetzte Mikroskop von Burucker in Nürnberg, welches bei Ledermüller (*Mikroskop. Gemüths- und Augenergötzungen*) umständlich beschrieben wird, stimmt in der Hauptsache mit dem Cuff'schen Mikroskope.

Einen besonderen Ruf erwarb sich der Augsburger Brander (*Beschreibung zweier zusammengesetzter Mikroskope*. Augsb. 1769, und *Beschreibung und Abbildung eines Universalmikroskopes*, mit acht colorirten Kupfern. Nürnb. 1776) durch seine Mikroskope. Das eine von den zuerst beschriebenen Mikroskopen hat ziemlich die nämliche Einrichtung wie das Martin'sche Taschenmikroskop (S. 116), und ist auch wie dieses mit einem Schraubenmikrometer versehen; das andere stimmt zum grossen Theile mit dem Cuff'schen Instrumente überein. Eine daran angebrachte Verbesserung hat sich mit ein Paar Modificationen bis auf unsere Zeit erhalten: den bis dahin gebräuchlichen Objecthalter mit der Spiralfeder, wie er zuerst am einfachen Mikroskope Hartsoeker's (S. 41) vorkommt, vertauschte Brander mit einer hufeisenförmigen Platte, und zwischen dieser und dem Objecttische wurde die kleine Tafel oder Scheibe mit dem Objecte eingeschoben und befestigt. Nach Brander's eigener Angabe vergrösserten seine Mikroskope bei 8 Zoll Sehweite nicht über 120 Mal.

In Frankreich hatte schon zwei Jahre früher der Duc de Chaulnes (*Mém. de l'Acad. des Sc.* 1767, p. 423, und *Description d'un Microscope et de differents Micromètres*. Par. 1768) ein Mikroskop hergestellt, das sowohl in der optischen Einrichtung wie in der Bewegungsweise zum Objecte sich nicht wesentlich vom Cuff'schen unterschied. Nur war es ausdrücklich zu genauen mikrometrischen Messungen bestimmt, und deshalb wird die nähere Beschreibung auf das Capitel von den Mikrometern verspart.

In der eigentlichen optischen Zusammensetzung der Mikroskope 52
hatte man seit Anfang des achtzehnten Jahrhunderts keinerlei bemerkenswerthe Verbesserung angebracht; man war vielmehr von dem Wege abgeirrt, welcher dazu führte und worauf Einzelne in gewisser Beziehung schon zu Ende des 17. Jahrhunderts hingewiesen hatten (S. 102). Inzwischen hatten die Fernrohre durch das Achromatisiren der Objectivgläser eine höchst wichtige Verbesserung erfahren. Allein man verzweifelte daran, dass man diese auch bei dem Mikroskope werde erlangen können, worüber bald ausführlicher gehandelt werden soll.

Indessen durfte man erwarten, dass auch ohne das Achromatisiren der Linsen eine Verbesserung möglich sein werde, wenn bei den Krümmungen der Linsen und bei deren Abständen, so wie in Betreff der Anzahl der Linsen Einrichtungen getroffen würden, wodurch man wenigstens die Wir-

kungen der sphärischen Aberration möglichst beseitigte. Auf diesen Punkt richtete Euler die Aufmerksamkeit, und wir verdanken ihm eine Reihe von Untersuchungen darüber, die jetzt noch keineswegs ohne Interesse sind *).

Es scheinen aber die von Euler vorgeschlagenen Verbesserungen bei den praktischen Optikern wenig Eingang gefunden zu haben, wahrscheinlich wegen der wissenschaftlichen Form, in der sie vorgetragen wurden. Die von ihm empfohlenen Doublets, von denen schon oben die Rede war, und die er auch als Objective im zusammengesetzten Mikroskope benutzt haben wollte, scheint man niemals construirt zu haben. Ob jemals ein Mikroskop mit sechs Linsen ganz nach seiner Vorschrift gebaut wurde, ist mir nicht bekannt. Dass Grindl schon 1685 ein Mi-

*) *Règles générales pour la construction des télescopes et des microscopes de quelque nombre de verres qu'ils soient composés* in den *Mémoires de l'Académie de Berlin.* 1757. XII, p. 283. In dieser Abhandlung bestimmt Euler aus theoretischen Gründen die Krümmungen, die Abstände und die Oeffnungen der Linsen in Mikroskopen, worin eine bis fünf Linsen enthalten sind. Denselben Gegenstand unter gleichem Titel behandelt er dann noch einmal in den *Mém. de Berlin.* 1761. XVII, p. 201.

Détermination du champ apparent que découvrent tant les télescopes que les microscopes in *Mém. de Berlin.* 1761. XVII, p. 191. Hier berechnet Euler die Grösse des Gesichtsfeldes, und an welcher Stelle sich das Auge bei dioptrischen Instrumenten, die eine bestimmte Anzahl Gläser enthalten, befinden müsse.

Recherches sur les microscopes à trois verres et les moyens de les perfectionner in *Mémoires de Berlin.* 1764. XX, p. 117. Nachdem Euler bereits in einer früheren Abhandlung (S. 61) nachgewiesen hatte, welche Vortheile es bietet, wenn man im einfachen Mikroskope zwei Linsen vereinigt, wendet er hier das nämliche Princip auch auf das Objectiv des zusammengesetzten Mikroskopes an, und in Tabellen bestimmt er die Krümmungen der Linsen, deren Oeffnungen und wechselseitige Abstände.

De novo microscopiorum genere ex sex lentibus composito in den *Novi Commentarii Acad. Petrop.* 1768. XII, p. 195. Hier verbreitet sich Euler über die Vorzüge eines aus sechs Linsen zusammengesetzten Mikroskopes, und er berechnet ihre Krümmungen, ihre Oeffnungen und Abstände für Mikroskope, welche 600, 2000 und 4000 Mal im Durchmesser vergrössern sollen. Ein solches Mikroskop sollte so construirt werden, dass auf die Objectivlinse dort, wo sie das Bild erzeugt, eine Linse mit weiter Oeffnung folgt, dann in einiger Entfernung eine stärker vergrössernde Linse mit sehr geringer Oeffnung, zuletzt aber drei über einander befindliche eigentliche Oculare kommen. Auch hier sollte die Objectivlinse überdies noch ganz gut aus zwei vereinigten Linsen bestehen können. Für Mikroskopenverfertiger war dieser Abhandlung noch eine Tabelle angehängt, worin die Krümmungen und die Abstände der Linsen für Doppelobjective von 1 Zoll bis $^1/_{20}$ Zoll Brennweite verzeichnet sind.

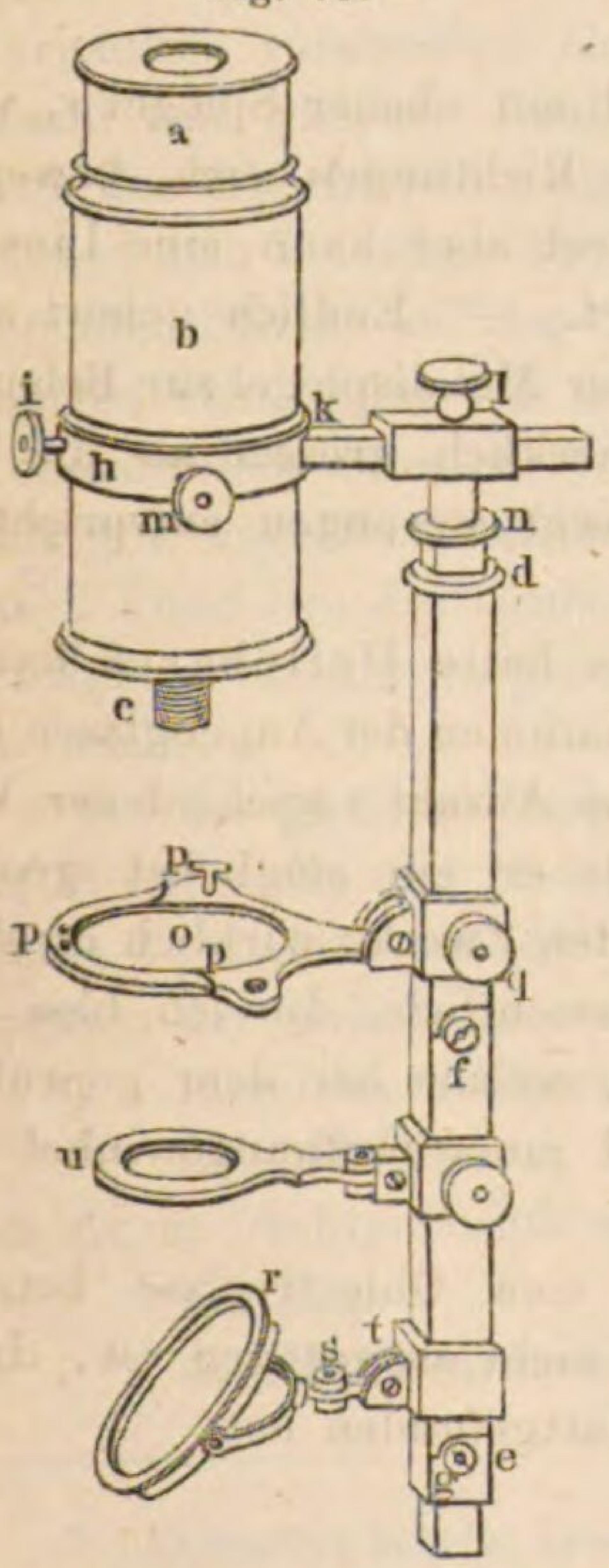
Den Inhalt dieser verschiedenen Abhandlungen findet man auch, und zwar vermehrt, in Euleri *Dioptrica*, T. III. wieder, so wie in Klügel's *Dioptrik.*

Ueber Euler's Vorschlag, die Objectivlinse der Mikroskope zu achromatisiren, wird noch weiterhin gesprochen werden.

kroskop mit sechs Linsen herstellte, wurde oben (S. 103) erwähnt; aber auch nach Euler wurden von Dellebarre in Leyden Mikroskope mit sechs Linsen verfertigt. In dem bei der französischen Akademie über diese letzteren Mikroskope abgestatteten Berichte heisst es ausdrücklich, Dellebarre habe den von Euler gemachten Vorschlag verwirklicht. Hätte sich freilich die Commission, welche diesen Bericht erstattete, die Mühe gegeben, mehr als den blossen Titel von Euler's Abhandlung zu lesen, so würde sie sich alsbald überzeugt haben, dass die Einrichtung von Dellebarre's Mikroskopen mit jener von Euler empfohlenen nichts gemein hatte als die Anzahl von Linsen. Es sollte z. B. Euler's Ocular aus drei Linsen bestehen, und das von Dellebarre bestand aus vier Linsen.

Dellebarre's Mikroskope haben lange Zeit in hohem Rufe gestanden. Dieser Ruf nahm noch besonders zu, als Lalande, der 1762 Holland bereiste und seine Instrumente sah, ihn einlud, nach Frankreich zu kommen, wo er viele Mikroskope verkaufte (Montucla, *Hist. des Mathémat.* III, pag. 511). Die Dellebarre'schen Mikroskope kosteten 360 Francs. Im Jahre 1777 legte er der französischen Akademie eine Abhandlung über Mikroskope im Allgemeinen und über die seinigen im Besonderen vor, und er gab auch noch eine besondere Beschreibung derselben heraus (*Mémoires sur les differences de la construction et des effets du Microscope.* 1777). Der an die Akademie erstattete Bericht fiel sehr zu Gunsten Dellebarre's aus, in seinen Mikroskopen sollten viele neue Vorzüge mit denjenigen aller früheren Mikroskope vereinigt sein.

Fig. 75.



Zusammengesetztes Mikroskop von Dellebarre.

Ist auch das Lob, welches den Mikroskopen Dellebarre's von der Pariser Akademie ertheilt wurde, nicht frei von Uebertreibung, dieselben besitzen gleichwohl einige Eigenthümlichkeiten, wodurch sie sich vor den meisten der damaligen Zeit auszeichneten (Fig. 75). Das Ocular enthält vier Gläser, die alle zusammen oder Paarweise benutzt werden können. Jedes Paar besteht aus einer Flintglaslinse und einer grünlichen Kronglaslinse. Alle sind biconvex und so vereinigt, dass ihre Oberflächen einander sehr nahe sind. Zwischen der Objectivlinse und dem Oculare befindet sich noch ein biconvexes Zwischenglas. Letzteres ist an ein Rohr geschraubt,

in welches von oben das Rohr *a* mit den Augengläsern geschoben wird, das sich aber selbst wieder in einem anderen Rohre *b*, woran unten die Objectivlinse bei *c* befestigt wird, auf- und niederschieben lässt, um auf diese Weise das Mikroskoprohr zu verlängern.

Ausserdem unterscheidet sich die mechanische Einrichtung dadurch, dass die Stange *de*, welche auf einem nicht mit abgebildetem Dreifusse ruht, durch zwei Charniergelenke bei *f* und bei *g* sich horizontal stellen lässt. Die Röhre *b* mit dem optischen Apparate hängt in dem Ringe *h* und wird hier durch die Klemmschrauben *i* und *m* befestigt. Dieser Ring ist mit der vierseitigen Stange *k* fest verbunden, welche in dem hohlen vierseitigen Stücke *l* vorwärts und rückwärts gleiten kann; mit dem Stücke *l* aber steht wieder der runde Theil *n* in Verbindung, woran sich ein Vorsprung befindet, der in eine Oeffnung oben an der Stange *de* passt und sich spindelförmig darin dreht, damit das Mikroskoprohr über alle Punkte des Objecttisches *o* gebracht werden kann. Dieser Objecttisch ist ringförmig und trägt in einer kreisförmigen Grube eine runde Glasplatte. Zum Festhalten der Objecte ist eine hufeisenförmige Stahlfeder bestimmt, die bei *p* auf den Rand des Objecttisches befestigt ist. Das Object wird der Objectivlinse durch ein Triebwerk genähert, dessen geränderter Knopf bei *q* sichtbar ist.

Zur Beleuchtung dient ein concaver und ein ebener Spiegel *r*, welche durch die Charniere *s* und *t* in allen Richtungen sich bewegen lassen. Zwischen den Spiegel und das Object aber kann eine Linse *u* gebracht werden, welche das Licht concentrirt. — Endlich gehört zum Dellebarre'schen Mikroskope noch ein hohler Metallspiegel zur Beleuchtung undurchsichtiger Objecte; derselbe ist merklich grösser als die bisher gebräuchlichen, und bei schwächeren Vergrösserungen entspricht er auch in der That seinem Zwecke besser.

Bei der Einrichtung seines Mikroskopes hatte Dellebarre hauptsächlich im Auge, durch verschiedene Combinationen der Augengläser und durch Verlängerung der Mikroskopröhren eine Anzahl verschiedener Vergrösserungen herauszubringen. Auch suchte er ein möglichst grosses Gesichtsfeld zu bekommen. Dass er diese beiden Zwecke wirklich erreicht hat, wird aus den folgenden Bestimmungen ersichtlich, die ich blos mit der stärksten Objectivlinse ausgeführt habe, welche bei dem geprüften Instrumente 2,5 Millimeter Brennweite und einen Oeffnungswinkel von 22° hatte.

Die Entfernung des obersten Oculars vom Objectivglase beträgt 15 Centimeter, wenn das Verlängerungsrohr nicht ausgezogen ist, dagegen 22 Centimeter, wenn dieses Ausziehen stattgefunden hat.

	Oculare		
	Nr. 3 u. 4	Nr. 1 u. 2	Nr. 1, 2, 3 u. 4
Vergrösserung mit Zwischenglas, ohne Ausziehung des Verlängerungsrohres .	230	290	440
Desgl. mit Zwischenglas und mit Ausziehung des Verlängerungsrohres . . .	280	350	490
Desgl. ohne Zwischenglas und mit Ausziehung des Verlängerungsrohres . .	590	840	1170
Durchmesser des Gesichtsfeldes	22,5 Ctm.	36,5 Ctm.	40 Ctm. *)

Mit jeder Objectivlinse kann man also wenigstens neun verschiedene Vergrösserungen herausbringen, und dabei ist das Gesichtsfeld so gross, dass in dieser Hinsicht alle früheren Mikroskope, ja selbst neuere Instrumente, dem Dellebarre'schen nachstehen. Wie aber schon die ganze Einrichtung voraussehen lässt, so fehlt viel daran, dass die Objecte sich überall mit gleicher Deutlichkeit im Gesichtsfelde darstellen. Nur die Mitte des Gesichtsfeldes eignet sich zur eigentlichen Beobachtung. Hier erkennt man bei einer 440maligen Vergrösserung recht deutlich die längslaufenden Striche auf den öfters genannten Schüppchen von *Noctua nupta*, dagegen keine Spur von den feinen Querstreifchen. An Nobert'schen Probetäfelchen unterscheidet man die Striche der zweiten Gruppe noch ganz gut, unvollkommen dagegen die Striche der dritten Gruppe. Wenn durch Ausziehen des Ocularrohres oder aber durch Entfernung des Zwischenglases stärker vergrössert wird, so wächst das optische Vermögen um gar nichts.

Bei der gleichen Vergrösserung wurden auch die äussersten Grenzen der Sichtbarkeit und Unterscheidbarkeit der Objecte bei durchfallendem Lichte bestimmt, auf die früherhin (I. S. 328) angegebene Weise. Die Grenzen der Sichtbarkeit waren für:

kugelrunde Objecte . . . $0{,}767^{\text{mmm}} = {}^1/_{1300}$ Millim.
fadenförmige „ . . . $0{,}145^{\text{mmm}} = {}^1/_{6900}$ „

Bei einem Drahtgeflechte waren die Grenzen der Unterscheidbarkeit für:

die Drähte $0{,}672^{\text{mmm}} = {}^1/_{1490}$ Millim.
die Maschenräume . . . $1{,}010^{\text{mmm}} = {}^1/_{990}$ „

*) Eigentlich ist das Gesichtsfeld noch grösser; es lässt sich aber kein grösserer Raum übersehen. Die angegebene Grösse des Gesichtsfeldes setzt schon einen Gesichtswinkel von 78° voraus.

Vergleichen wir nun Dellebarre's Mikroskop mit jenem von Adams und von Martin, so hat es im optischen Vermögen unzweifelhafte Vorzüge vor diesen, wenngleich es in der mechanischen Einrichtung den englischen Instrumenten nachsteht. Fragen wir dann ferner, weshalb die Objecte durch dieses Mikroskop sich deutlicher darstellen, so überzeugen wir uns leicht, dass nicht sowohl die eigenthümliche Zusammensetzung des Oculares dabei in Betracht kommt, sondern einzig und allein der Umstand, dass Dellebarre Objectivlinsen mit einer kürzeren Brennweite benutzte. Bringt man diese an die eben genannten englischen Mikroskope, so bekommt man mit diesen gleich scharfe Bilder wie bei Dellebarre. Das ist aber auch zugleich der Hauptgrund, warum die letzteren stärker vergrösserten.

53 Ein Zeitgenosse von Dellebarre war der Hannoveraner Samuel Gottlieb Hoffmann, dessen Mikroskope damals in Deutschland sehr gesucht waren. Er beschrieb sie 1772 in der *Altonaer Zeitung*, und späterhin wurden sie von Goeze (*Hannoversches Magazin*, 10. Jahrgang, Krünitz's *Encyclopädie* Bd. 90, S. 310) sehr gerühmt. Goeze spricht von einer Einrichtung, wodurch das Gesichtsfeld dieses Mikroskopes grösser und kleiner gemacht werden konnte; er nennt aber das hierzu verwandte Mittel nicht. Mit sechs Objectivlinsen konnten zwölf verschiedene Vergrösserungen erzielt werden (wahrscheinlich durch Ausziehen der Röhren); die stärkste Vergrösserung war 370 Mal.

Einige Jahre später erschien die Beschreibung des Mikroskopes von Johann Heinrich Tiedemann (*Beschreibung der von ihm verfertigten achromatischen Fernröhre, zusammengesetzten Vergrösserungsgläser* u. s. w. Stuttgart 1785; aufgenommen bei Krünitz l. c. S. 295). Ausser dem aus zwei Gläsern bestehenden Oculare enthielt es noch ein Zwischenglas; die am stärksten vergrössernde Objectivlinse hatte 1 Linie oder 2,2 Millimeter Brennweite; die Bewegung wurde durch einen Trieb bewirkt. Auch gehörte zu diesem Mikroskope ein besonderer, durch zwei Schrauben beweglicher Objecttisch. Als Fuss für das Stativ des Mikroskopes wurde der Boden des Kästchens benutzt, worin es nach stattgefundenem Gebrauche mittelst eines Charniers zusammengelegt verborgen lag. Beseke (*Beobacht. und Entd. d. Berl. Ges. naturforschender Freunde*, 1788. II, S. 117) stellte Tiedemann's Mikroskop unter allen Mikroskopen jener Zeit oben an, sowohl in der Brauchbarkeit der Gläser als in der mechanischen Einrichtung.

Unter denen, die am Ende des 18. und in den ersten Jahren des 19. Jahrhunderts in Deutschland als Verfertiger von Mikroskopen sich einen Namen gemacht haben, sind noch Wagener, Elkner, Junker und Weickert zu nennen; doch scheinen sie zu einer wirklichen Verbesserung des Instrumentes nichts beigetragen zu haben. Die beiden Letzt-

genannten legten sich im Besonderen darauf, die äussere Einrichtung zu vereinfachen und dadurch ihre Instrumente möglichst wohlfeil herzustellen, ohne dass sie an Brauchbarkeit verloren. Junker's Mikroskop ist in Voigt's *Magazin für den neuesten Zustand der Naturwissenschaft*, I, S. 139, beschrieben, jenes von Weickert in Gilbert's *Annalen*, 1811, Bd. 38, S. 345. Hedwig benutzte zu seinen bekannten Untersuchungen ein Mikroskop von Weickert.

Damals und auch noch späterhin wurden übrigens zusammengesetzte Mikroskope aus Pappe und Holz in grosser Anzahl fabrikmässig in Nürnberg verfertigt.

In Holland wurden ausser von Dellebarre, dessen Mikroskope be- 54
reits beschrieben worden sind, um jene Zeit noch von Herman und Jan van Deyl zusammengesetzte Mikroskope geliefert. Wir werden dieselben bald als die ersten kennen lernen, die ein brauchbares achromatisches Mikroskop herstellten; aber auch ihre früheren nach der alten Art verfertigten Mikroskope waren sehr gut, namentlich in optischer Beziehung, und hatten dabei eine sehr einfache mechanische Einrichtung, die etwa mit jener des späteren achromatischen Mikroskopes von Jan van Deyl übereinstimmt. Ich habe ein von ihnen kommendes Instrument zu untersuchen Gelegenheit gehabt: die Brennweite der stärksten Objectivlinse beträgt etwas über 2 Millimeter; an Helligkeit und Schärfe übertrifft es aber bei gleicher Vergrösserung (etwa 300 Mal) das Dellebarre'sche Mikroskop. Auch das verdient bemerkt zu werden, dass der Bügel, worin sich der Spiegel bewegt, am Ende einer um eine Axe drehbaren Krücke befindlich ist; der Spiegel lässt sich dadurch so stellen, dass die Lichtstrahlen auch in schiefer Richtung auf das Object fallen können, also ganz in der nämlichen Weise, wie man es bei vielen neueren Mikroskopen antrifft.

Ferner ist hier Hendrik Hen zu nennen, der gleich den Deyl's in Amsterdam wohnte. Sein zusammengesetztes Mikroskop von 1807 zeichnet sich durch Vollständigkeit, Festigkeit und sorgfältige Ausführung der mechanischen Einrichtung aus, wobei ihm offenbar das Martin'sche Mikroskop (S. 117), einige Modificationen abgerechnet, zum Vorbilde gedient hat. Die schwere runde Stange ruht auf einem Fussstücke mit drei verstellbaren Füssen; ein Triebwerk bewirkt das Auf- und Niederbewegen des Objecttisches; der Arm, woran das Mikroskoprohr befestigt ist, kann mittelst eines Rades und einer Schraube ohne Ende horizontal gedreht werden, und das ganze Mikroskop lässt sich durch ein besonders dazu bestimmtes Räderwerk horizontal stellen oder sonst in eine Richtung bringen. Zur optischen Einrichtung gehören: a) eine Messingplatte mit drei darin gefassten Linsen, die je nach der Befestigung der Platte unter dem Mikroskoprohre der Reihe nach durch Umdrehen unter die Oeffnung

desselben kommen können und als Objectivlinsen dienen; b) drei andere stärker vergrössernde Objectivlinsen in Messingröhrchen, von denen die stärkste eine Brennweite von reichlich 3 Millimeter hat; c) drei Objectivlinsen mit Metallspiegelchen zur Betrachtung undurchsichtiger Objecte; d) zwei verschiedene Ocularröhren, die eine mit zwei, die andere mit vier Gläsern. Der Spiegel ist auf der einen Seite eben, auf der anderen concav, und auch für schief einfallendes Licht eingerichtet. Eine Beleuchtungslinse kann unter den Objecttisch gebracht werden, und mittelst eines besonderen Apparates lässt sich auch eine Kerze am Mikroskope befestigen. Zur Beleuchtung bei auffallendem Lichte dient eine grosse Linse, und ausserdem ist auch noch der später zu erwähnende Swaving'sche Apparat beigegeben.

Aus dieser kurzen Beschreibung ist schon zu entnehmen, dass das Mikroskop von Hen sorgfältig gearbeitet war und das von Zeitgenossen ertheilte Lob verdiente. Ich selbst habe es nur in einer Auction physikalischer Instrumente kennen gelernt, zugleich aber auch bei dieser Gelegenheit in dem Kasten des Mikroskopes einen an den Verfertiger gerichteten und vom September 1807 datirten Brief A. Ypelaar's, der sich mit Anfertigung mikroskopischer Präparate beschäftigte, gefunden, worin der Schreiber versichert, noch kein Mikroskop gesehen zu haben, wodurch er im Ganzen in gleicher Weise befriedigt worden wäre, wie durch dieses. — Dass übrigens Hen ein sehr guter Arbeiter war, davon habe ich mich auch noch an einem von ihm kommenden Sonnenmikroskope überzeugt, von dem an geeigneter Stelle die Rede sein wird.

Endlich verfertigte um die nämliche Zeit auch Onderdewyngaart Canzius in Delft*) Mikroskope, die nach der Untersuchung, die ich mit einem dem Herrn Maitland zugehörigen Instrumente vornehmen konnte, in der mechanischen Einrichtung ebenfalls meistens eine Wiederholung des Martin'schen Mikroskopes waren. Wie bei den späteren Instrumenten des Letzteren besteht der Mikroskopkörper aus zwei weiten, durch

*) Dieser auch in manchen anderen Beziehungen verdienstvolle Mann errichtete 1798 in Delft eine Fabrik mathematischer, physikalischer, optischer, anatomischer und chirurgischer Instrumente, und im Jahre 1808 gab er in der *Nieuwe algemeene Konst- en Letterbode*. XIV, pag. 177 eine kurze Beschreibung dieser grossartig eingerichteten Fabrik. Unter anderen befand sich darin eine „vollständige Glasschleiferei, wo alle Gläser, convexe wie concave, deren man zu optischen Instrumenten bedarf, geschliffen wurden, und wo man nach einem ganz genauen Verfahren parallele und ebene Schliffe ausführte." Es heisst dort, es würden Linsen geschliffen von $1/8$ Zoll bis zu 96 Zoll Brennweite. Später, als Nordniederland mit Belgien zu einem Königreiche vereinigt war, wurde Onderdewyngaart Canzius zum Director des Museums für Kunst und Industrie in Brüssel ernannt. Nach der Trennung beider Länder blieb er an der Spitze der genannten Anstalt. Er starb den 10. Juli 1838 in Delft. (Siehe *Algemeene Konst- en Letterbode*. 1838. II, p. 33).

einen Trieb sich übereinander schiebenden Röhren, und das untere Ende mit den Objectivlinsen ist eine auffallend engere Röhre. Diese hat nach oben eine planconvexe Linse von sehr schwacher Krümmung. In der innersten Röhre des eigentlichen Mikroskopkörpers sind noch drei grössere biconvexe Linsen enthalten: die unterste davon wirkt als Collectivlinse, die beiden oberen dagegen, die dicht bei einander sind, vertreten zusammen die Stelle eines Oculares. Es gehören acht Objectivlinsen dazu, von denen die stärkste 460 Mal vergrössert; ausserdem noch drei mit concaven Reflexionsspiegelchen versehene Linsen zur Beobachtung undurchsichtiger Objecte.

Wird der Mikroskopkörper weggenommen und ein kleiner Querarm angesetzt, der die Linsen aufnimmt, so lässt sich das Instrument in ein einfaches Mikroskop umwandeln. Von den dazu gehörenden vier Linsen vergrössert die stärkste 150 Mal.

Uebrigens gehören noch mancherlei Nebendinge zu diesem Mikroskope, die aber alle dem Martin'schen entlehnt sind.

Ueberblickt man die Fortschritte des zusammengesetzten Mikroskopes 55
während des 18. Jahrhunderts und in den ersten Jahren des 19. Jahrhunderts, so muss man eingestehen, dass allmälig in der ganzen mechanischen Einrichtung sowohl, als auch in den Mitteln zur Beleuchtung der Objecte grosse Verbesserungen Platz gegriffen hatten. Anders verhält es sich aber mit dem wichtigsten Theile des Mikroskopes, mit der optischen Einrichtung; diese hatte nur geringe Fortschritte gemacht. Alle hierin erstrebten Verbesserungen waren nur dem Oculare zugewendet, konnten deshalb immer nur von untergeordnetem Werthe sein, so lange nicht die Objective verbessert wurden. Untersucht man Mikroskope aus jener Zeit, so kommt man zu dem Resultate, dass durch die als Objective benutzten einfachen Linsen alles, was man durchs zusammengesetzte Mikroskop beobachtete, zwar in geringer Vergrösserung gesehen wurde, dafür aber auch sehr deutlich und scharf, dass man daher durch die mit Ocularen erzielte stärkere Vergrösserung des Bildes eigentlich nichts gewann als ein grösseres Gesichtsfeld, und zwar auf Kosten der für den Beobachter weit wichtigeren Helligkeit und Schärfe.

Es schien wirklich, als sollte das zusammengesetzte Mikroskop aus seinem bisherigen Zustande der Mittelmässigkeit sich niemals erheben. Auch stand man bei wissenschaftlichen Untersuchungen von seinem Gebrauche mehr und mehr ab, und ungeachtet der mit dem Gebrauche des einfachen Mikroskopes verbundenen Nachtheile gaben doch die gründlichsten Beobachter demselben den Vorzug; wogegen das zusammengesetzte Mikroskop je länger je mehr zu einem Instrumente der Vergnügung oder der Befriedigung kindischer Neugierde erniedrigt wurde, oder wenigstens

nur dann in Gebrauch kam, wenn die Art der Untersuchung keine gar grosse Genauigkeit erforderlich machte.

Allmälig durfte man sich jedoch der Hoffnung hingeben, dass auch in der optischen Einrichtung des zusammengesetzten Mikroskopes eine erhebliche Verbesserung möglich sei. Newton hatte schon dargethan, dass die Unvollkommenheit der dioptrischen Instrumente hauptsächlich von der chromatischen Aberration herrührte. Durch ein Paar ungenügend ausgeführte Versuche kam er aber zu dem unrichtigen Schlusse, die Farbenzerstreuung sei bei allen das Licht brechenden Medien die nämliche, und deshalb würde es ein vergebliches Bemühen sein, wenn man durch die Verbindung zweier verschiedener Medien, indem man etwa Wasser zwischen zwei concave Gläser brächte, die chromatische Aberration verbessern wollte*). Schon zwei Jahre nach Newton's Tode, im Jahre 1722, wurde es aber thatsächlich nachgewiesen, dass er sich hierin geirrt hatte und in seinen Folgerungen zu voreilig gewesen war. Chester More Hall, ein in der Geschichte der Wissenschaften sonst unbekannter Edelmann aus der Grafschaft Essex, versuchte in diesem Jahre Linsen aus Kronglas und Flintglas zusammenzusetzen, indem er sich auf den Achromatismus des menschlichen Auges stützte, worin ebenfalls ungleich brechende Medien vereinigt sind. Er setzte seine Versuche fort, und 1733 gelang es ihm wirklich, achromatische Objectivlinsen für Fernrohre herzustellen**). Indessen verflossen noch viele Jahre, ehe diese Erfindung für die Wissenschaft Früchte trug. Ein halbes Jahrhundert später war der Name des wahren Erfinders nicht mehr bekannt, und John Dollond galt allgemein als solcher. Ist es nun auch sehr wahrscheinlich, dass Dollond, als er 1757 achromatische Fernrohre zu verfertigen anfing, mit Hall's Erfindung nicht ganz unbekannt war, so bleiben

*) Newton erhielt bei seinen Versuchen deshalb falsche Resultate, weil er in dem benutzten Wasser eine gewisse Menge essigsaures Blei auflöste, wodurch sowohl das Brechungsvermögen als das Farbendispersionsvermögen jenem des Glases näher kam. Dass er übrigens das Princip, worauf sich die Möglichkeit des Achromatismus stützt, wirklich durchschaute, das ersieht man aus seinen *Principia mathematica philosophiae naturalis*, Lib. I. Schol. ad Prop. XCVIII. Molyneux, welcher 1690 Newton's Worte citirte, liess sich zu der gewissermaassen prophetischen Aeusserung hinreissen: „er ist in die Tiefen der Natur hinabgestiegen und hat der Nachwelt einen Grundstein gelegt, worauf sie ein unübersehbares Gebäude errichten kann.“

**) Nähere Nachrichten über Hall und dessen Erfindung finden sich zuerst in *Gentleman's Magazine*, Oct. 1790, und wurden von da im *Philosophical Magazine*, Nov. 1798, aufgenommen. Eine Nachricht darüber, wie die Zusammensetzung seiner achromatischen Linsen endlich Dollond bekannt geworden sein soll, findet man in der Abhandlung von Alexis Rochon (*Mémoire sur les verres achromatiques*), welche im Floreal des Jahres IX dem Institut national mitgetheilt wurde.

gleichwohl seine grossen Verdienste in Betreff des Achromatismus der Linsen ungeschmälert: seinen unnachlässigen Bemühungen ist es zuzuschreiben, dass der Achromatismus allgemein bekannt wurde, und durch seine zahlreichen Versuche hat er sich selbst und Andere in den Stand gesetzt, die dazu geeigneten Methoden immer mehr zu verbessern. Schon 5 Jahre später, nämlich 1762, wurde in Holland das erste achromatische Fernglas angefertigt von Herman und Jan van Deyl in Amsterdam (*Verhandl. d. Haarl. Maatschappy*, III, St. 2, p. 134).

Schon früher, etwa um 1747, hatte sich Euler mit dem nämlichen Gegenstande beschäftigt, und bei Wiederholung einiger Newton'schen Versuche hatte er die gleichen negativen Resultate erlangt, wie dieser. Als indessen die Möglichkeit des Linsenachromatismus durch Dollond praktisch dargethan worden war, wurden auch die theoretischen Gründe durch Euler (*Dioptrica.* Petrop. 1771) entwickelt, wie es zum Theil schon früher in den *Mémoires de l'Acad. de Berlin* von 1766 und 1767, sowie in den *Novi Comment. Acad. Petropol.* XVIII. geschehen war.

War es auch gelungen, die chromatische Aberration in den Fernrohren grossentheils zu beseitigen, so fehlte doch noch viel, dass man das nämliche Verfahren auch für das Mikroskop passlich erachtete. Man verzweifelte vielmehr anfangs allgemein daran, dass man so kleine Linsen, wie zu den Objectiven zusammengesetzter Mikroskope erforderlich sind, achromatisch machen könnte, und nachdem das Fernrohr achromatische Objective bekommen hatte, fuhr man noch Jahre lang fort, das Mikroskop ganz in der hergebrachten Weise einzurichten. Blos Dellebarre machte eine Ausnahme; allein sein Versuch, den Achromatismus ins Ocular zu verlegen (S. 123), ist als ein gänzlich missglückter anzusehen.

Euler hatte indessen nicht vergessen, seine Principien auch auf das Mikroskop zu übertragen. Er veranlasste die Herausgabe der Schrift von Nicol. Fuss (*Instruction détaillée pour porter les lunettes au plus haut degré de perfection, avec la description d'un microscope, qui peut passer pour le plus parfait dans son espèce.* St. Petersbourg 1774), die er mit einer Vorrede versah. Fuss giebt darin, gemäss der Theorie in Euler's *Dioptrica*, den Optikern sehr genaue Anweisung, wie sie die Objective von Fernrohren einrichten müssen, um sie möglichst achromatisch zu machen, und zuletzt beschreibt er ein Mikroskop mit achromatischem Objective. Man erkennt es aber, dass diese Beschreibung nicht nach einem fertigen Mikroskope gemacht ist, sondern nur als eine Vorschrift für die Anfertigung eines achromatischen Mikroskopes gelten soll. Das von Fuss projectirte Mikroskop sollte eine Objectivlinse von $^1/_7$ Zoll Durchmesser und $^1/_2$ Zoll Brennweite haben, und diese sollte aus zwei biconvexen Kronglaslinsen und einer dazwischen befindlichen biconvexen Flintglaslinse bestehen. Die Brennweiten und die Krümmungen der einzelnen Linsen sind genau angegeben. Die Oculare sollten aus Flintglas und

biconvex sein. Fuss hoffte mit diesem Mikroskope bei einer 400maligen Vergrösserung noch ganz scharfe Bilder zu bekommen.

Erst 10 Jahre später wurde von Aepinus (*Nova acta Acad. Petrop.* 1784. II. Hist. p. 41) ein Mikroskop hergestellt, dessen Objectivlinse aus Flintglas und Kronglas bestand. Die Brennweite war nicht geringer als 7 Zoll; das Mikroskop war 3 Fuss lang und vergrösserte nur 60 bis 70 Mal. Nicht ohne Grund nannte es Adams (l. c. p. 3) ein mikroskopisches Fernrohr. Wahrscheinlich wird auch Aepinus ein Objectiv genommen haben, das ursprünglich für ein Fernrohr bestimmt war, so dass sein Instrument zur Klasse jener gehörte, von denen oben (S. 116) die Rede war und die Martin als polydynamische Mikroskope benannte. Offenbar war die Schwierigkeit, kleine achromatische Linsen herzustellen, der Grund, weshalb Aepinus ein Objectiv mit so grosser Brennweite benutzte. Wegen der geringen Vergrösserung dieses Mikroskopes musste der Versuch als ein nur unvollständig gelungener gelten.

Wahre achromatische Objective für Mikroskope wurden meines Wissens zuerst in Holland angefertigt, und zwar von Jan und Herman van Deyl. Ehe ich jedoch von deren gelungenen Versuchen näher spreche, muss ich noch eines anderen Landsmannes, François Beeldsnyder*) gedenken, der sich etwa um 1791 in Amsterdam mit Anfertigung von Mikroskopen beschäftigte, und wirklich ein Mikroskopobjectiv aus Kronglas und Flintglas zu Stande brachte. Dasselbe hat drei Linsen, nämlich zwei biconvexe Kronglaslinsen und dazwischen eine biconcave Flintglaslinse. Eine Kronglaslinse hat 22 Millimeter Brennweite, die andere 19 Millimeter; die drei Linsen zusammen aber haben 21 Millimeter Brennweite. Der Durchmesser der Linsen beträgt 6,5 Millimeter, die Dicke nicht ganz 4 Millimeter; sie sind gut geschliffen und offenbar sorgfältig centrirt. Wird dieser Linsensatz für sich allein benutzt, so erhält man

*) Durch einen Zufall bin ich mit den Bestrebungen dieses Landsmannes bekannt geworden. Vor mehreren Jahren sah ich bei Herrn O. W. Roelofs hier eine in einer Auction gekaufte Kiste, worin sich verschiedenartige mikroskopische Instrumente befanden. Darunter war ein Sonnenmikroskop mit Martin'scher Construction, auf dessen Platte gravirt stand: *François Beeldsnyder à Amsterdam* 1791; ferner ein zusammengesetztes Mikroskop, hauptsächlich nach Dellebarre eingerichtet, sowie viele einzelne Röhrchen und Linsen, grosse und kleine trockene Präparate u. s. w., alles in grosser Unordnung durch einander. Ich versuchte aus diesem Chaos von Glas und Messing wieder etwas herauszubringen, was einem brauchbaren Mikroskope gliche, und dabei fand ich die achromatische im Texte beschriebene Linse. Durch Herrn G. J. Beeldsnyder van Voshol habe ich nun in Erfahrung gebracht, dass sein Onkel François Beeldsnyder, Gerard's Sohn, 1755 geboren wurde und 1808 gestorben ist. Er war Obrist bei der Amsterdamer Cavallerie, Mitglied des dortigen Justizcomité u. s. w. und allgemein bekannt als Liebhaber der Naturkunde und der mechanischen Werkkunde, auf deren praktiche Cultur er einen grossen Theil seiner Zeit verwandte.

ein klares und scharfes Bild. Als Objectiv in einem Amici'schen Mikroskope schien er mir aber vor einer einfachen biconvexen Linse von gleicher Brennweite wirklich den Vorzug zu verdienen, und recht gut den Vergleich auszuhalten mit einer achromatischen Linse, die etwa um 1824 wahrscheinlich von Tulley gefertigt worden ist und ziemlich die nämliche Brennweite hat, jedoch einen grösseren Oeffnungswinkel besitzt.

Ist es gleich nicht zu verkennen, dass Beeldsnyder's Objectiv den in den letzten Jahren verfertigten achromatischen Linsen bei weitem nicht gleichkommt, da man jetzt für deren Zusammensetzung schon so Vieles erfunden, und eine Sicherheit und Genauigkeit der Ausführung erlangt hat, woran man zuerst trotz der Anweisungen eines Euler nicht denken konnte, so ist doch aus dem Mitgetheilten deutlich zu entnehmen, dass unter jenen, die sich mit der Anfertigung eines achromatischen mikroskopischen Objectives beschäftigt haben, Beeldsnyder gewiss obenan zu stellen ist.

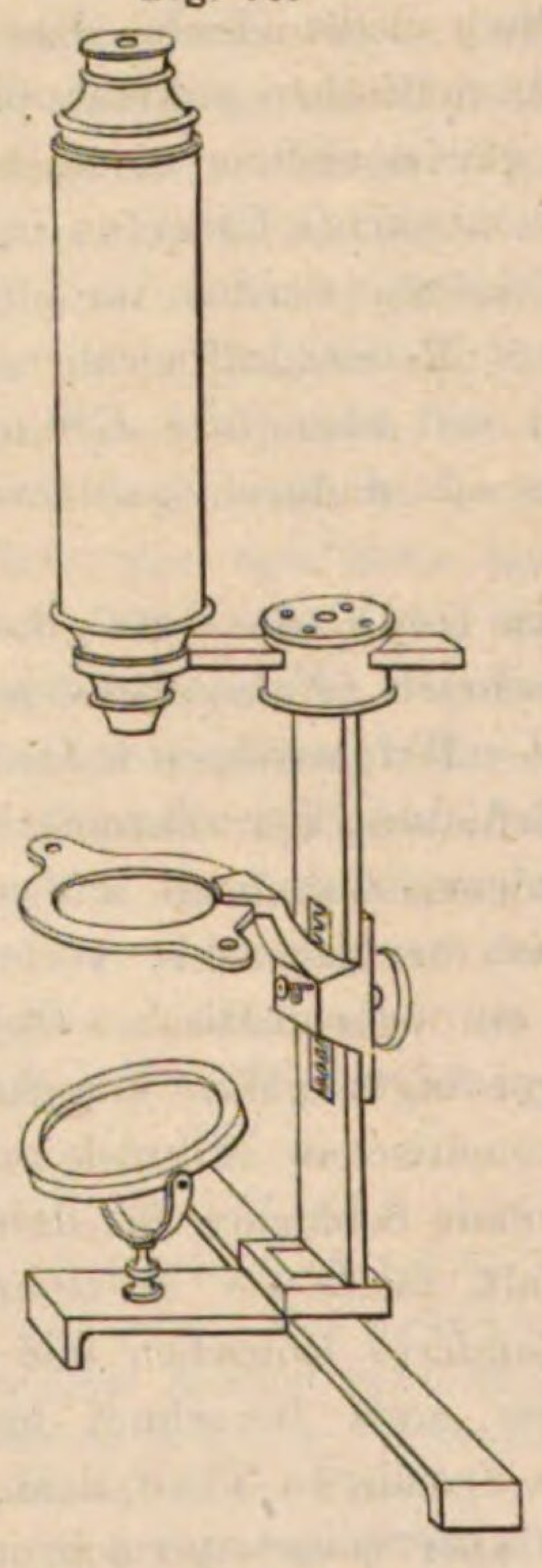
Einige Jahre später, von 1800 bis 1810, versuchte Charles in Paris kleine achromatische Linsen herzustellen; dieselben werden im physikalischen Kabinette des *Conservatoire des Arts et Metiers* aufbewahrt. Nach Chevalier (*Die Mikroskope* u. s. w., S. 51) soll aber ihre Krümmung und Centrirung so unvollkommen sein, dass sie dadurch geradezu unbrauchbar werden.

Weit besseren Erfolg hatte Herman van Deyl, der 1807 das von ihm verfertigte achromatische Mikroskop beschrieb (*Natuurkundige Verhandelingen van de Koninglyke Maatschappy der Wetenschapen te Haarlem.* Amsterd. 1807. III. St. 2). Bald nach der Erfindung der achromatischen Fernrohre hatte dieser ausgezeichnete Mechanicus, zusammen mit seinem Vater Jan van Deyl, achromatische Objective für Fernrohre verfertigt, und schon damals waren sie darauf bedacht, ein achromatisches Objectiv für das Mikroskop herzustellen. Van Deyl sagt: „Wir berechneten genau die kuglige Form eines solchen achromatischen Mikroskopglases von $^3/_4$ Zoll Brennweite. Ich formte ganz genaue Schälchen für dasselbe, schliff die Gläschen mit der grössten Sorgfalt, fasste sie in Röhrchen aus Brasilienholz, und in dieses wurde ein anderes Röhrchen mit zwei Ocularen geschoben, dessen Einrichtung wir auch berechnet hatten. — — — — Schon damals wurde uns die Freude zu Theil, dass alles unseren Erwartungen entsprach". Sie hatten aber soviel mit achromatischen Fernrohren zu thun, dass sie vom Mikroskope abkamen, und zwar um so eher, weil sie glaubten, in England werde diese Verbesserung bald allgemein eingeführt werden; auch erachteten sie es deshalb für überflüssig, ihre Versuche der Oeffentlichkeit zu übergeben. Nachdem indessen der alte van Deyl, 85 Jahre alt, im Jahre 1801 gestorben war, und der im 69. Jahre stehende Sohn die lange erwartete Verbesserung noch immer nicht eintreten sah, beschloss derselbe, nochmals Hand ans Werk zu legen, und seine Versuche hatten einen unerwartet glücklichen Erfolg. Sein

Mikroskop bekam zwei achromatische Objectivlinsen mit weiter Oeffnung: die eine hatte $1^{1}/_{10}$ Zoll (26 Millimeter) Brennweite, die andere $^{3}/_{4}$ Zoll (18 Millimeter). Zuerst ging die Vergrösserung mittelst der Oculare und mittelst Ausziehens des Rohres nicht über 80 Mal; bald fand er aber, dass seine achromatischen Objective weit stärkere Oculare erlaubten, und nun brachte er durch ein zweites besonderes Ocular die Vergrösserung bis zum 150fachen, ohne dass es den Bildern an ausreichender Helligkeit und Schärfe gebrach.

Soviel berichtete van Deyl im Jahre 1807 selbst von seinem Mikroskope (Fig. 76). Ich habe ein von ihm gefertigtes Instrument untersucht, das sich im physikalischen Kabinette zu Utrecht befindet, und kann daher Folgendes beifügen. Die äussere Form stimmt ganz mit der Abbildung, welche van Deyl der ursprünglichen Beschreibung beigegeben hat. Es sind zwei achromatische Linsen dabei, mit Brennweiten von 18 Millimeter und 13 Millimeter, woraus also ersichtlich ist, dass van Deyl seine Linsen späterhin noch verbessert hat. Die schwächer vergrössernde Linse (Nr. 1) hat einen Oeffnungswinkel von 14°, die stärker vergrössernde Linse (Nr. 2) einen solchen von 15°. Ihre Dicke habe ich nicht messen können, weil die Röhrchen, in welche sie gefasst sind, eine zu grosse Tiefe haben. Es sind diese achromatischen Objectivlinsen beinahe planconvex gestaltet, jedoch an der abgeplatteten und nach unten gekehrten Seite etwas concav. Diese Form und Stellung der Linsen ist beachtenswerth; denn damals und noch viele Jahre später pflegte man die Objectivlinsen biconvex zu machen, und erst später wurde es allgemein bekannt, dass nur durch planconvexe Linsen, deren platte Seite dem Objecte zugekehrt ist, die sphärische Aberration auf ein Minimum gebracht werden kann. Selbst noch im Mikroskope von Selligue, von dem alsbald die Rede sein wird, sahen die convexen Flächen der Linsen nach unten. Diese Form der van Deyl'schen Objectivlinsen erhebt es auch beinahe zur Gewissheit, dass sie nicht aus drei, sondern nur aus zwei Linsen zusammengesetzt waren, einer biconvexen Kronglaslinse und einer planconcaven (eigentlich bicon-

Fig. 76.



Van Deyl's achromatisches Mikroskop.

caven, aber auf der Aussenfläche sehr wenig gekrümmten) Flintglaslinse, also ganz in der nämlichen Weise, wie es jetzt allgemein gebräuchlich ist.

Es gehören ferner zu diesem Mikroskope zwei Oculare, deren jedes nur ein Glas hat, so dass das nämliche Collectivglas, welches an die Verlängerungsröhre des Mikroskopes geschraubt wird, für beide bestimmt ist. Alle diese Gläser sind biconvex, aber dergestalt, dass die dem Auge zugekehrte Oberfläche nur eine sehr schwache Krümmung hat, die untere Fläche dagegen stärker gekrümmt ist. Diese Form haben sie offenbar deshalb erhalten, damit die Aberration durch das Ocular möglichst herabgedrückt wird.

Die mechanische Einrichtung dieses Mikroskopes ist so einfach, dass die Abbildung keiner weiteren Erklärung bedarf. Das Mikroskoprohr ist 16 Centimeter lang, hat aber 28 Centimeter, wenn das Verlängerungsrohr ganz ausgezogen wird. Für 25 Centimeter Sehweite ergaben sich folgende Werthe:

	Ohne Verlängerungsrohr.	Mit Verlängerungsrohr.
Linse 1 und Ocular 1 vergrössern	34 . . .	61
„ 1 „ „ 2 „	62 . . .	111
„ 2 „ „ 1 „	54 . . .	106
„ 2 „ „ 2 „	96 . . .	170

Grösse des Gesichtsfeldes mit Ocular 1 = 145 Millimeter
„ „ „ „ „ 2 = 160 „

Die Helligkeit und Schärfe der Bilder in diesem Mikroskope ist in der That sehr gross, und darin übertrifft es bei weitem die früheren nichtachromatischen Instrumente. Mit Objectiv 2 und Ocular 2, also bei einer 96maligen Vergrösserung, erkennt man am Nobert'schen Täfelchen die Striche der ersten Gruppe ganz deutlich, was mit einer nichtachromatischen Objectivlinse nur bei einer dreimal stärkeren Vergrösserung möglich ist.

Die Vorzüglichkeit der Linsen van Deyl's wird erst recht deutlich, wenn sie zusammen als Objectiv benutzt werden; doch muss ich zugleich hinzufügen, dass van Deyl selbst sie nicht so angewendet zu haben scheint. Die Vergrösserungen mittelst dieses Objectivsystems waren:

	Ohne Verlängerungsrohr.	Mit Verlängerungsrohr.
Ocular 1 . .	76 . .	136
„ 2 . .	125 . . .	229

Die Schärfe der Bilder ist jetzt so gross, dass man sehr bequem die Längsstreifen auf den Flügelschüppchen von *Pieris brassicae* erkennen kann, die doch zu den schwierigeren Probeobjecten gehören. Am Nobert'schen Täfelchen erkennt man die Striche der dritten Gruppe gut, und auch die vierte Gruppe erscheint stark gestrichelt. So verhält sich die Sache schon bei der schwächeren Vergrösserung von 76 Mal; noch grössere Deutlichkeit zeigt sich aber, wenn das stärkere Ocular angewendet und die Röhre ausgezogen wird. Ich verglich damit einen Satz zweier achromatischer Linsen von fast gleichen Brennweiten, welche Amici 1835 geliefert hatte, und überzeugte mich, dass die Linsen van Deyl's diesen nichts nachgeben. Auch kann man zu ihnen weit stärkere Oculare nehmen, als van Deyl gebrauchte. Setzte ich ein stärkeres Ocular ein, wodurch eine Vergrösserung von 650 Mal erreicht wurde, so war die Helligkeit immer noch eine sehr grosse. Nur verlieren die Ränder der Bilder zu viel von ihrer Schärfe, als dass eine solche Vergrösserung zulässig wäre.

Aus allem folgt, dass van Deyl für seine Mikroskope wirklich achromatische Linsen herstellte, und zugleich ergiebt sich auch, dass von denen, die bis zum Jahre 1823 das nämliche Ziel verfolgten, keiner ihn darin übertroffen hat; ja sogar das in diesem Jahre durch Chevalier für Selligue verfertigte Mikroskop stand in manchen Beziehungen noch unter dem van Deyl'schen.

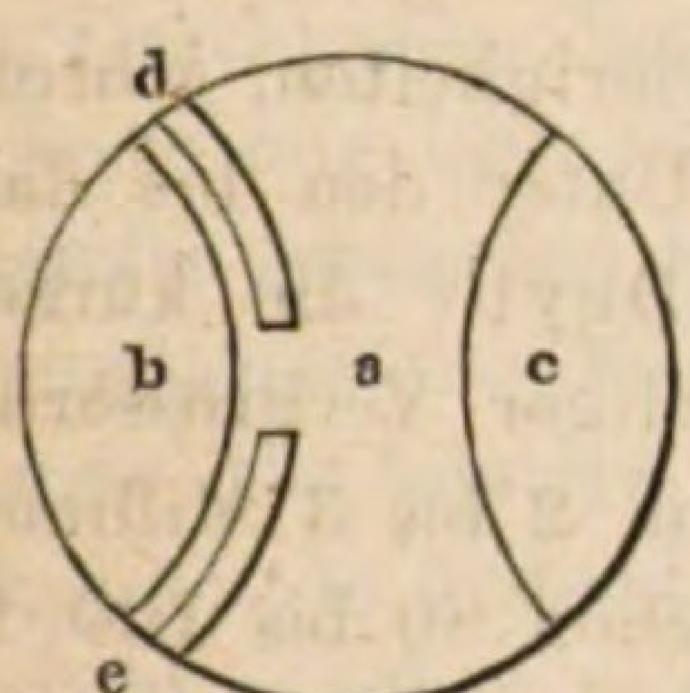
Fraunhofer in München lieferte bereits um 1811 Mikroskope mit achromatischen Linsen, nicht erst um 1816, wie Chevalier (l. c. S. 11) fälschlich angiebt; wenigstens sind sie in einem Preiscourante vom Jahre 1811 (Gilbert's *Annal.* Bd. 38, S. 347) mit aufgenommen. Zu jedem Mikroskope gehörten vier solche Linsen mit verschiedener Brennweite; dieselben waren biconvex, und die am stärksten vergrössernde hatte $^2/_3$ Zoll oder etwa 16 Millimeter Brennweite. (S. Döllinger, *Nachricht von einem verbesserten Mikroskope*, 1829, S. 9.) Zu dem Mikroskope gehörten ferner zwei verschiedene Oculare. Die stärkste Vergrösserung ging nach Jacquin nicht über 120, und nach eben demselben konnte man damit von den Strichelchen auf den Flügelschüppchen einer Kleidermotte keine Spur entdecken, obwohl dieselben mit einer einfachen Linse von 60maliger Vergrösserung schon ganz deutlich zu erkennen sind. (S. Moser, *Anleitung zum Gebrauche des Mikroskopes*, S. 26.) Fraunhofer (Gilbert's *Annal.* 1823, Bd. 74, S. 350) giebt selbst an, dass er feine Striche auf Glas, die nur $^1/_{713}$ Linie von einander entfernt waren, mittelst der stärksten Vergrösserung nur schwer damit unterscheiden konnte. Hieraus ersieht man deutlich, dass die achromatischen Mikroskope Fraunhofer's den früheren van Deyl'schen bei weitem nachstehen mussten; denn in der ersten Gruppe des Nobert'schen Probetäfelchens, welche

man durch van Deyl's Instrument bequem unterscheidet, sind die Striche nur $^{1}/_{1000}$ Linie von einander entfernt.

Der Achromatismus der Mikroskope wurde 1813 von Brewster (*New Instruments*, p. 401) auf einem ganz anderen Wege erstrebt. Als Objectiv benutzte dieser eine biconvexe Linse aus Kronglas, die an der nach oben gekehrten Fläche eine weit stärkere Krümmung hatte als an der unteren. Letztere wurde während der Untersuchung in ein starkes lichtbrechendes Oel gebracht, in Zimmt-, Anis-, Sassafrasöl u. s. w., worin sich auch das Object befand. Es ist aber klar, dass dieses sonst recht gut ersonnene Hülfsmittel nur in wenigen Fällen wirklich Anwendung finden kann.

Brewster machte auch den Vorschlag, achromatische Kugeln (Fig. 77) dadurch herzustellen, dass der Raum *a* zwischen zwei biconvexen Linsen *b* und *c* mit einer Flüssigkeit erfüllt würde, die hier die Stelle des Flintglases vertreten sollte. Hinter die eine Linse könnte auch noch ein concaves Metallspiegelchen *de* kommen, mit einer centralen Oeffnung für den Durchtritt der Lichtstrahlen, um als Beleuchtungsapparat bei auffallendem Lichte zu dienen. Dieser Vorschlag scheint indessen auch nicht zur Ausführung gekommen zu sein.

Fig. 77.



Achromatische Kugel nach Brewster.

Noch weniger Erfolg hatte Domet in Frankreich in den Jahren 1821 bis 1823. Seine achromatischen Linsen hatten 12 Millim. Durchmesser und eine Brennweite von 40 bis 50 Millimeter; als Mikroskopobjective konnten sie daher gewiss nur für sehr geringe Vergrösserungen Anwendungen finden. (Chevalier, *Die Mikroskope* u. s. w. S. 11.)

Um die nämliche Zeit (1824) hat auch Tulley in England unter Goring's Anleitung achromatische Objective von 22 Millim. Brennweite und einem Oeffnungswinkel von 18° verfertigt. (Pritchard, *Microscop. Illustr.* p. 43) *).

In Italien hatte sich Amici in Modena schon seit 1816 mit der Her-

*) Zu einem Dollond'schen Mikroskope aus jener Zeit, welches sich im Utrechter Kabinette befindet, gehören zwei achromatische Linsen von 24 Millimeter Brennweite, 13 Millimeter Durchmesser und nicht weniger denn 7 Millimeter Dicke; sie sind biconvex und bestehen aus zwei Kronglaslinsen nebst einer eingeschobenen concaven Flintglaslinse. Da die Beschreibung der Tulley'schen Linsen ziemlich auf sie passt, und da Pritchard wie Quekett bezeugen, Tulley habe zuerst in England solche Linsen angefertigt, so vermuthe ich, dass sie nicht von Dollond selbst kommen, sondern von Tulley, zumal bekanntlich Dollond in der späteren Zeit keine Mikroskope mehr gearbeitet hat, wenngleich er von Anderen gefertigte Instrumente unter seinem Namen in den Handel brachte.

stellung achromatischer Linsen beschäftigt; doch scheinen seine ersten Versuche keinen Erfolg gehabt zu haben, weshalb er davon abstand und das später zu beschreibende katadioptrische Mikroskop ausführte.

Auch ein anderer italienischer Optiker, Bernardino Marzoli in Brescia, verfertigte um diese Zeit nach Giovanni Santini (*Teorica degli stromenti ottici.* Padova 1827. p. 187) achromatische Objectivlinsen, von denen mir aber nichts weiter bekannt geworden ist.

Prüft man nun die bis dahin unternommenen Versuche, das Mikroskop zu einem achromatischen Instrumente zu machen, so überzeugt man sich leicht, dass sie das Erwartete nicht zu Tage gefördert haben. Der bedeutendste Gewinn war, dass man die Oeffnung der Objectivlinse grösser machen konnte, wodurch mehr Licht eingelassen wurde; allein das beschränkte sich wieder einzig und allein auf jene Fälle, wo eine nur mässige Vergrösserung ausreichte. Diese ungenügenden Ergebnisse haben einen doppelten Grund. Erstens hat es grosse Schwierigkeiten, achromatische Linsen von kurzer Brennweite zu fertigen. Unter den bis dahin gelieferten achromatischen Linsen hatte jene van Deyl's die kürzeste Brennweite, nämlich 13 Millimeter bei etwa 19maliger Vergrösserung, während bei den älteren Mikroskopen Objective von 2 bis 3 Millimeter Brennweite in Gebrauch waren, die für sich allein schon 80 bis 100 Mal vergrösserten. Wollte man also bei achromatischen Objectivlinsen etwas stärkere Vergrösserungen, so mussten diese ins Ocular verlegt werden, und hier stiess man bald auf eine nicht zu überschreitende Grenze, falls die Bilder nicht zu viel an Schärfe verlieren sollten. Ein zweiter Grund lag dann darin, dass durch den Achromatismus der Linsen noch keineswegs die sphärische Aberration beseitigt war, deren Wirkung beim Gebrauche starker Oculare nur um so mehr hervortrat. Wären die achromatischen zusammengesetzten Mikroskope auf dieser Stufe stehen geblieben, sie hätten niemals mit Erfolg mit den einfachen Linsen wetteifern können; auch wurden letztere in allen Fällen, wo es auf eine ganz genaue Untersuchung ankam, von den besten Beobachtern, wie Brown, Treviranus u. s. w., immer noch vorzugsweise benutzt. Deshalb fuhren auch die meisten Optiker fort, dem zusammengesetzten Mikroskope die alte Construction zu geben. Coddington (*Treatise on the Eye and optical Instruments*, p. 59. *Cambr. philos. Transact.* III, p. 421) benutzte seine am Rande rinnenförmig ausgeschliffenen Linsen, von denen schon oben (S. 58) die Rede war und die noch lange nicht achromatisch wirkten, auch als Objective für das zusammengesetzte Mikroskop; statt zweier biconvexer Oculare benutzte er aber ein Ocular mit zwei Paaren einander gegenüberstehender Linsen, von denen die beiden unteren planconvex waren und die flachen Seiten nach oben kehrten, während das obere Paar aus einer biconvexen und einer planconvexen Linse bestand. Durch diese Einrich-

tung wurde zwar die sphärische Aberration etwas verbessert, die chromatische Aberration dagegen blieb ganz unverändert.

Allmälig fing es aber auch hier an zu tagen. Im Jahre 1824 legte 56
Selligue der Pariser Akademie ein Mikroskop vor, welches von Vincent und Charles Chevalier nach seinen Angaben und unter seiner Aufsicht verfertigt worden war (s. Chevalier l. c. S. 52). Fresnel gab im Namen der ernannten Commission einen Bericht darüber (*Annal. des Sc. nat.* 1824. p. 345), wonach dieses Mikroskop wirklich besser war als alle anderen, die man bisher mit achromatischen Objectiven ausgestattet hatte. Doch war man auch jetzt noch nicht dahin gelangt, achromatische Linsen mit kurzer Brennweite herzustellen. Bei Selligue's Mikroskope bestand das achromatische Objectiv aus einer biconvexen Kronglaslinse und einer planconvexen Flintglaslinse; die Brennweite ging nicht unter 37 Millim., der Durchmesser betrug 12 Millim. und die Dicke 4 Millim. Die Hauptverbesserung bestand darin, dass man mehrere solche Doppellinsen über einander schrauben konnte, wodurch ein doppelter Vortheil erzielt wurde, nämlich stärkere Vergrösserung und Beschränkung der sphärischen Aberration. Die letztere machte sich aber gleichwohl noch in einem ziemlich hohen Grade geltend, da weder Selligue noch Chevalier darauf kamen (obwohl es schon van Deyl ausgeführt hatte), die flache Seite der Linsen nach unten zu bringen. Namentlich wird dieser Mangel bei etwas stärkeren Vergrösserungen sehr bemerkbar. Die Vergrösserung wurde auf dreierlei Weise zu Stande gebracht: durchs Ausziehen des Rohres, worin das Ocular enthalten war; durch Vermehrung der über einander geschraubten Objective; durch Einschieben eines biconcaven Glases oberhalb der letzteren. Die stärkste Vergrösserung ging bis 1200; aber schon bei einer 500maligen Vergrösserung reichte das Tageslicht zur Beleuchtung nicht mehr aus und es musste eine Argand'sche Lampe benutzt werden. Zur Beleuchtung undurchsichtiger Objecte diente bei diesem Mikroskope ein dreiseitiges Prisma mit convexer Oberfläche. Um bei durchfallendem Lichte das überflüssige Licht abzuschliessen, wurde nicht der bis dahin gebräuchliche hohle Kegel genommen, sondern eine drehbare Scheibe mit verschieden grossen Löchern kam unter den Objecttisch; eine Einrichtung, die wir übrigens schon bei einem der einfachen Mikroskope Joh. Musschenbroek's (S. 43) kennen gelernt haben.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass mit der Herstellung dieses Mikroskopes ein grosser Schritt vorwärts geschehen war. Zum ersten Male wurde bei demselben das Princip in Anwendung gebracht, ein System mehrerer achromatischer Linsen zu benutzen, welchem Principe unsere gegenwärtigen Mikroskope guten Theils ihre grössere Vollkommenheit verdanken. Auch musste der günstige Erfolg der Bemühungen den Muth

beleben und die Hoffnung aufrecht erhalten, dass man durch Ausdauer endlich das Ziel erreichen werde.

Charles Chevalier ging auf der bereits mit so gutem Erfolge betretenen Bahn mit Eifer fort und noch in dem nämlichen Jahre gelang es ihm, eine achromatische Linse von nur 8 Millimeter Brennweite zu Stande zu bringen; dieselbe hatte 4 Millimeter Durchmesser und 2 Millimeter Dicke. Auch scheint Chevalier (l. l. S. 53) der erste gewesen zu sein, der zwischen die Kronglas- und Flintglaslinse Canadabalsam brachte, wodurch die Reflexion beim Durchgange der Lichtstrahlen beseitigt wurde und somit auch die Helligkeit zunahm *). Ein mit solchen Linsen versehenes Mikroskop legte er zu Anfang des Jahres 1825 der *Société d'Encouragement* vor, und der darüber abgestattete Bericht lautete sehr günstig. Mit Unrecht benannte es übrigens Chevalier als Euler'sches Mikroskop; denn seine optische Einrichtung stimmte durchaus nicht mit jener, welche Euler (S. 131) für das achromatische Mikroskop vorgeschlagen hatte.

Angestachelt durch den Erfolg von Selligue und Chevalier wandte sich Amici in Modena dem früheren Unternehmen neuerdings zu und diesmal mit dem besten Erfolge. Bereits zwei Jahre darauf (1827) brachte er sein horizontales achromatisches Mikroskop nach Paris. Jede der dazu gehörigen achromatischen Doppellinsen hatte eine Brennweite von 12 Millimetern. Drei davon übereinander geschraubt, und zwar mit der flachen Seite nach unten, bildeten das Objectiv. Die verschiedenartigen Vergrösserungen wurden durch den Wechsel der Oculare zu Stande gebracht, deren planconvexe Linsen die ebene Fläche nach oben richteten. Diese Stellung der Objectiv- und Ocularlinsen hatte zur Folge, dass auch die sphärische Aberration grösstentheils beseitigt wurde, und so war das Mikroskop nicht blos ein achromatisches, sondern auch ein aplanatisches geworden. Ausserdem hatte Amici ein rechtwinkeliges Glasprisma über dem Objective in die Röhre gebracht, damit die vom Objecte kommenden Strahlen unter einem rechten Winkel reflectirt würden (I, §. 177), und so bekam das Rohr, woran die Oculare geschraubt wurden, eine horizontale Stellung. Ein solches rechtwinkeliges Glasprisma hatte aber Newton

*) Nach Quekett soll Lister zuerst im Jahre 1829 darauf verfallen sein, Canadabalsam zwischen die Linsen zu bringen. Wie dem auch sei, soviel steht fest, dass diese Idee schon viel früher bei den Objectiven von Fernrohren verwirklicht worden ist. Rochon that 1774 dar, dass man die Gesammtwirkung der Linsen sehr verbessert, wenn man Wasser zwischen dieselben bringt. Statt des Wassers nahm Grateloup 1788 einen Mastixfirniss, und so lieferte Putois nach seiner Anweisung mehrere achromatische Objective. Endlich ersetzte Rochon den Mastixfirniss im Jahre 1801 dnrch einen recht durchsichtigen und flüssigen Terpentin. S. Rochon in den *Mémoires de l'Institut.* Floreal, An. IX, p. 12.

bereits 1772 in seinem Teleskope angebracht, wie Brewster (*The Life of Sir Isaac Newton.* Lond. 1831, p. 312) meldet.

Ich bin jetzt in der Geschichte der Entwickelung des zusammengesetzten Mikroskopes zur letzten Periode gekommen. Dasselbe hat zwar auch während dieser Periode noch erhebliche Verbesserungen erfahren; der Weg dazu war aber gebahnt, und der Wetteifer, der alsbald zwischen einer grossen Anzahl von Mikroskopverfertigern in verschiedenen Ländern entstand, hat sehr viel zur weiteren Vervollkommnung beigetragen. Es wird deshalb nöthig, jetzt im Besondern bei den vorzüglicheren Optikern zu verweilen und deren Instrumente zu beschreiben, um dann den gegenwärtigen Zustand des zusammengesetzten Mikroskopes im Allgemeinen festzustellen und zu untersuchen, ob man hoffen darf, dasselbe sei auch noch einer künftigen Verbesserung fähig. 57

Zunächst ist hier die Firma Chevalier in Paris (*Palais royal* Nr. 158) zu nennen, welche der Reihe nach durch den Grossvater Vincent, den Vater Charles, den Enkel und gegenwärtigen Inhaber Arthur vertreten wird. Es ist bereits besprochen worden, dass Vincent und Charles zusammen zuerst achromatische Linsen zu Linsensystemen combinirten. Charles hat viele Jahre hindurch zusammengesetzte Mikroskope mit verschiedenartiger Einrichtung geliefert. Am vollständigsten ausgestattet ist sein *Microscope universel* (Fig. 78 a. f. S.), wobei ihm das weiterhin näher zu beschreibende horizontale Mikroskop Amici's als Muster diente, wenngleich er mancherlei Veränderungen vornahm und auch Einrichtungen zufügte, die man bei Amici nicht findet.

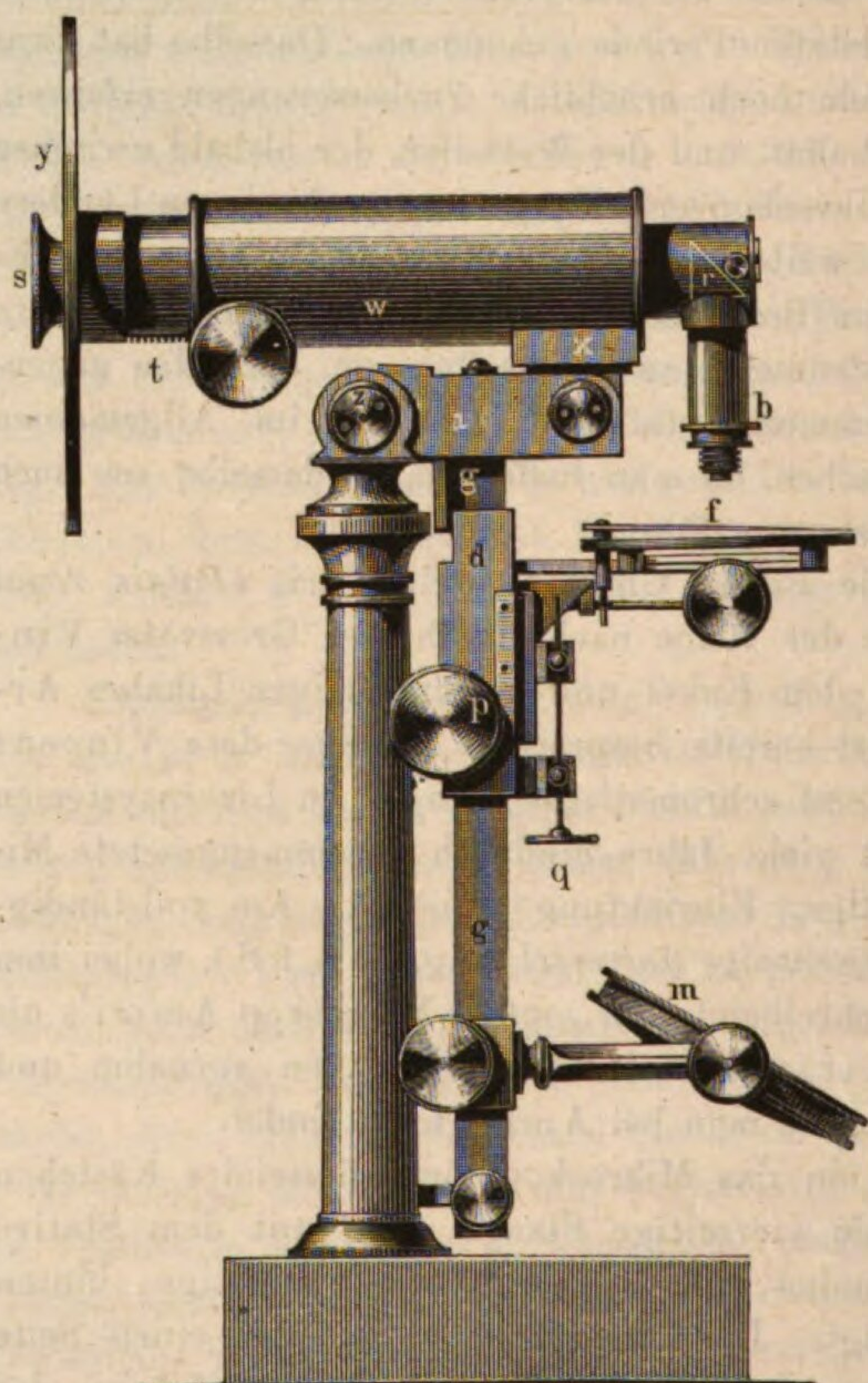
Das Stativ wird auf ein das Mikroskop einschliessendes Kästchen geschraubt. Die horizontale vierseitige Stange *a* ist mit dem Stative durch das Charnier *z* verbunden, und an ihr ist die vierseitige, hinten gezahnte Stange *gg* befestigt. Der Spiegel *m* ist auf der einen Seite concav, auf der anderen eben; durch einen geränderten Knopf kann der Spiegel an der Stange *g* auf- und niederbewegt werden.

Der durch Schrauben bewegliche Objecttisch *f* ist an die vierseitige Hülse *d* befestigt, die sich durch Drehung des geränderten Knopfes *p* auf- und niederbewegt. Zur feineren Einstellung dient aber die Schraube *q*.

Der Mikroskopkörper *w* ist in doppelter Richtung beweglich, nämlich horizontal auf *x* und vertical durch das darunter befindliche Charnier. In dem äusseren Rohre bewegt sich eine zweite Röhre, welche durch die gezahnte Stange und durch das Rad *t* hinein- und herausgeschoben wird; auf dieser inneren Röhre ist aber eine getheilte Scala angebracht. Bei *r* befindet sich die kurze, am Ende geschlossene Röhre mit dem rechtwinkeligen Glasprisma; sie ist mit *w* durch Bajonetverbindung vereinigt. An das Röhrchen *b* werden die Objectivsysteme geschraubt. Die platte, ge-

schwärzte Scheibe *y* hat eine Oeffnung für das Ocular *s*; sie soll das Auge vor direct einfallendem Lichte schützen.

Fig. 78.



Horizontales Mikroskop von Chevalier.

In der Stellung, wie das Mikroskop abgebildet ist, sieht man horizontal durch dasselbe. Das Instrument kann aber auch in die verticale Stellung gebracht werden, indem man den Mikroskopkörper im erwähnten Charniere aufrichtet. Dann muss aber der Theil *r* weggenommen und durch ein anderes Objectivröhrchen ersetzt werden, welches nicht mit abgebildet ist. Der Theil *r* kann ferner auch aufwärts gerichtet werden, um ohne Gefahr für die Objectivlinsen chemische Verrichtungen auf dem Objecttische ausführen zu können, wovon später die Rede sein wird. Zu diesem Mikroskope gehörten drei Linsensysteme, vier Huygens'sche Oculare, eine *Camera lucida*, ein Reflexionsspiegel zur Beleuchtung undurchsichtiger Objecte und noch mehrere andere zu mikroskopischen Untersuchungen benutzbare Apparate. Im Preiscourante von 1842 stand es mit 1000 Francs.

Ch. Chevalier hatte noch mehrerlei einfachere und folglich auch billigere Mikroskopgestelle, deren nähere Beschreibung jedoch überflüssig sein dürfte. Erwähnen will ich nur noch, dass er zuerst, und zwar auf Mirbel's Betrieb, dem Mikroskope ein Glasprisma gab, so dass man unter einem Winkel von 45⁰ in das Rohr sehen kann. Eine Zeit lang erfreuten sich die Mikroskope von Ch. Chevalier eines grossen Rufes; dieser aber minderte sich, als andere Optiker, die allerdings erst auf seinen Schultern gestanden hatten, ihn zu überholen begannen.

Ein Mikroskop aus dem Jahre 1840, wozu drei Linsensysteme gehören, deren jedes aus drei achromatischen Doppellinsen zusammengesetzt ist, lieferte mir folgende Resultate:

Objectivsystem.	Brennweite der äquivalenten Linsen *).	Ocular.	Vergrösserung.	Nobert'sches Probetäfelchen.
	Millimeter.			
Nr. 1	9,27	Nr. 1	196	Erste Gruppe deutlich.
„ 1	—	„ 2	325	Zweite Gruppe deutlich.
„ 2	4,15	„ 1	420	Fünfte Gruppe deutlich.
„ 2	—	„ 2	700	Desgleichen.
„ 3	2,06	„ 1	882	Siebente Gruppe deutlich.
„ 3	—	„ 2	1500	Desgleichen.

Hieraus ist ersichtlich, dass Ch. Chevalier schon vor vielen Jahren Objectivsysteme mit sehr kurzer Brennweite herstellte, zugleich aber auch, dass dieselben nicht jenen Grad von Aplanatismus besassen, den andere Mikroskopverfertiger schon damals erreicht hatten. Von den fortschreitenden Leistungen Chevalier's überzeugte mich aber die Untersuchung eines seiner kleineren Mikroskope aus dem Jahre 1844, wozu zwei Systeme von 5,72 und 3,18 Millimeter Brennweite gehörten. Mit dem letzteren war bei 308maliger Vergrösserung noch die sechste Gruppe des Nobert'schen Täfelchens zu erkennen.

Der Ruf der Chevalier'schen Mikroskope hat sich aber seit ein Paar Jahren wieder verdienter Maassen gehoben durch Arthur Chevalier, den gegenwärtigen Inhaber der Firma. Dieser liefert 10 Objectivsysteme, wovon die stärkeren mit Correctionseinrichtung versehen und ausserdem noch für Immersion eingerichtet sind. Die Preise dafür sind:

a) Gewöhnliche Objectivsysteme.

	Ohne Correction.	Mit Correction.
Nr. 1 bis 4	20 Francs.	
„ 5 „	25 „	
„ 6 „	30 „	60 Francs.
„ 7 „	35 „	75 „
„ 8 „	50 „	100 „
„ 9 „	80 „	125 „

*) Die Brennweiten äquivalenter Linsen sind hier sowohl wie in den weiterhin zu erwähnenden Fällen nach der früher (I, §. 116) erwähnten Methode bestimmt.

b) Immersionssysteme.

	Ohne Correction.		Mit Correction.
Nr. 7 . .	50 Francs.	—	80 Francs.
„ 8 . .	60 „	—	120 „
„ 9 . .	100 „	—	150 „
„ 10 . .	150 „	—	200 „

Ich habe die ganze Folge dieser Objective, mit Ausschluss von Nr. 5 untersucht; dieselben waren ohne Correctionseinrichtung, dagegen konnten die stärkeren auch für Immersion benutzt werden. Ausser der Brennweite bestimmte ich für einzelne auch noch den Oeffnungswinkel und die Grenze des Unterscheidungsvermögens.

	Objectiv.	Brennweite.	Oeffnungswinkel.	Unterscheidbarkeit	
				der Drähte eines Drahtgeflechtes.	der Maschenräume desselben.
	1	46,0 mm	32°	—	—
	2	16,7 „	—	—	—
	3	10,0 „	—	—	—
	4	6,0 „	—	0,278 mmm $= \frac{1}{3600}$ mm	0,556 mmm $= \frac{1}{1800}$ mm
	6	4,2 „	—	0,184 „ $= \frac{1}{5440}$ „	0,386 „ $= \frac{1}{2720}$ „
	7	2,44 „	—	—	—
Immersion.	8	2,23 „	141°	0,132 „ $= \frac{1}{7540}$ „	0,265 „ $= \frac{1}{3770}$ „
Immersion.	9	1,60 „	115°	—	—
Immersion.	10	1,50 „	132°	0,124 „ $= \frac{1}{8872}$ „	0,248 „ $= \frac{1}{4436}$ „

Mit Nro. 10 ist noch ein Interstitium von 0,215 mmm $= \frac{1}{4657}$ mm zwischen zwei parallelen Drähten unterscheidbar, und bei centrischer Beleuchtung wird noch die 13. Gruppe eines Nobert'schen Täfelchens mit 30 Gruppen zerlegt. Durch die schwächere Nro. 8, die aber einen grösseren Oeffnungswinkel hat, erkennt man bei gleicher Beleuchtung die 12. Gruppe recht gut, und ebenso unterscheidet man dadurch mit dem

schwächsten Oberhäuser'schen Oculare die Streifung auf *Pleurosigma angulatum*.

Ganz neuerdings erhielt ich durch Arthur Chevalier eine neue Reihe von Objectiven, womit ich folgende Resultate erzielte:

	Brennweite.	Nobert'sches Probetäfelchen mit 30 Gruppen bei centrischer Beleuchtung.
Nr. 1	23,3^{mm}	
„ 4	5,73^{mm}	6. Gruppe deutlich.
„ 7	2,33^{mm}	9. „ „
„ 8	2,26^{mm}	11. „ „
„ 10	1,78^{mm}	13. „ „

Nr. 8 und 10 sind Immersionssysteme.

Bei Vergleichung mit der anderen Reihe ersieht man, dass bei Chevalier so wenig, wie bei anderen Optikern, die gleichnumerigen Systeme die gleiche Brennweite haben. Nr. 10 der zweiten Reihe hat eine etwas grössere Brennweite als Nr. 9 der ersten Reihe; aber dessenungeachtet erreicht es im optischen Vermögen Nr. 10 der ersten Reihe. Dies beweist, dass Chevalier noch bis in die neueste Zeit in der Verbesserung seiner Objective fortgeschritten ist. Der Abstand dieses Systemes vom Objecte erlaubt es, auf letzteres Deckplättchen von $^1/_4$ Millimeter, ja selbst noch dickere zu legen.

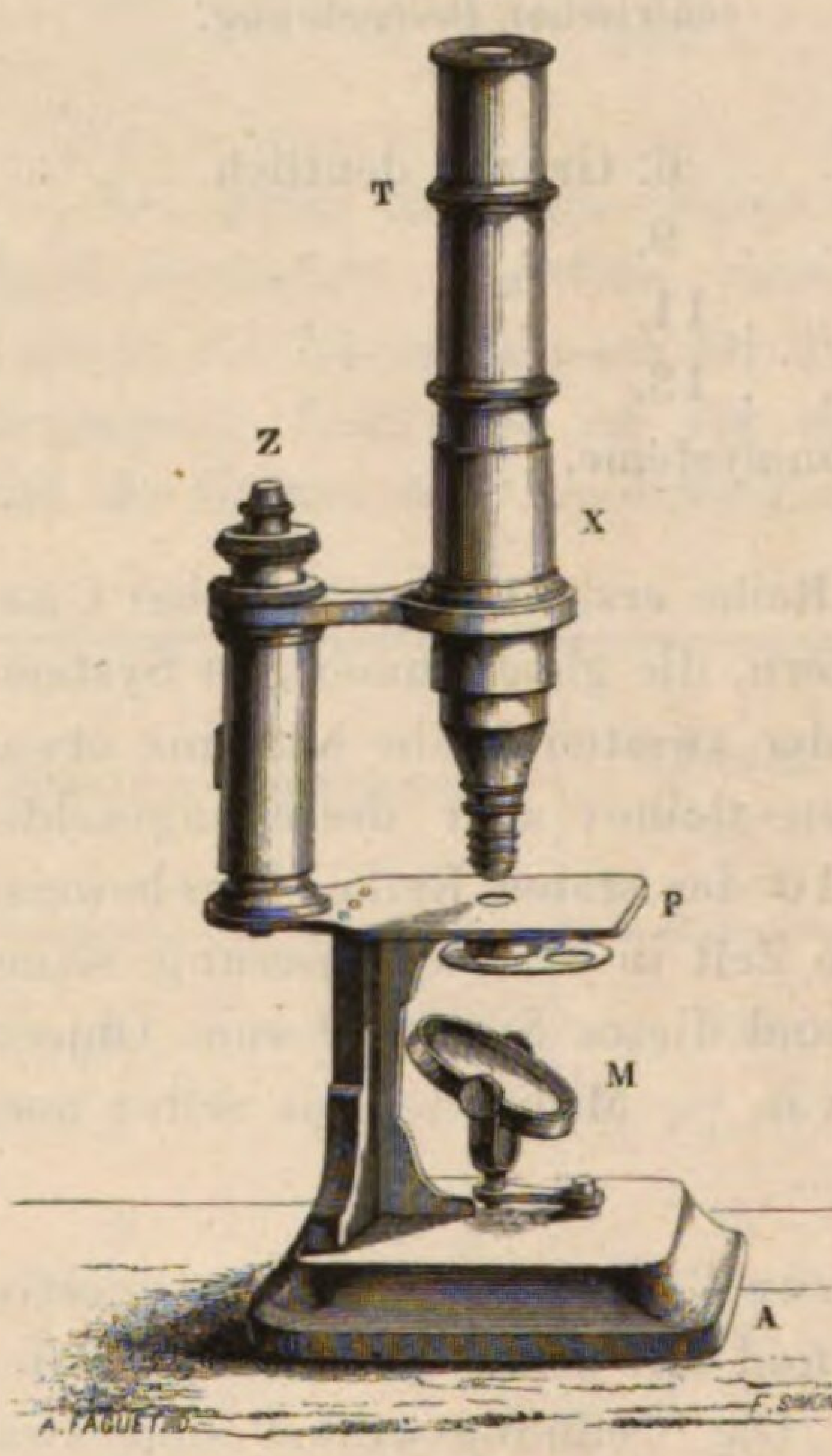
Diese Prüfungen zeigen, dass Arthur Chevalier's neuere Objectivsysteme zu den vorzüglicheren gehören und mit jenen aus anderen guten Werkstätten den Vergleich aushalten. Die Oeffnungswinkel sind zwar nicht gleich gross, wie bei manchen anderen; es steht aber noch dahin, ob dieses Verfahren auch eine entschiedene Nachahmung verdient.

Zu den Chevalier'schen Mikroskopen gehören drei Oculare, deren Vergrösserungen sich wie 1 : 1,6 : 2,5 verhalten. Durch Combination der Objective und Oculare lassen sich zahlreiche Vergrösserungswerthe von 23 bis 1500 erreichen, ja es kann die Vergrösserung eine 1900fache werden, wenn man das innere Rohr auszieht.

Die Mikroskopgestelle sind verschiedenartig, haben aber alle eine sorgfältige mechanische Einrichtung. Sein *Microscope universel* hat noch ziemlich die nämliche Einrichtung, als jenes des Vaters. Auch liefert er ein kleineres, ebenfalls horizontales Instrument. Dem praktischen Bedürfnisse mehr entsprechend sind seine übrigen Instrumente (10 verschiedene Sorten), deren Preise je nach dem Grade der Zusammensetzung, nach den zugehörigen Objectiven, Ocularen und sonstigen Beigaben wech-

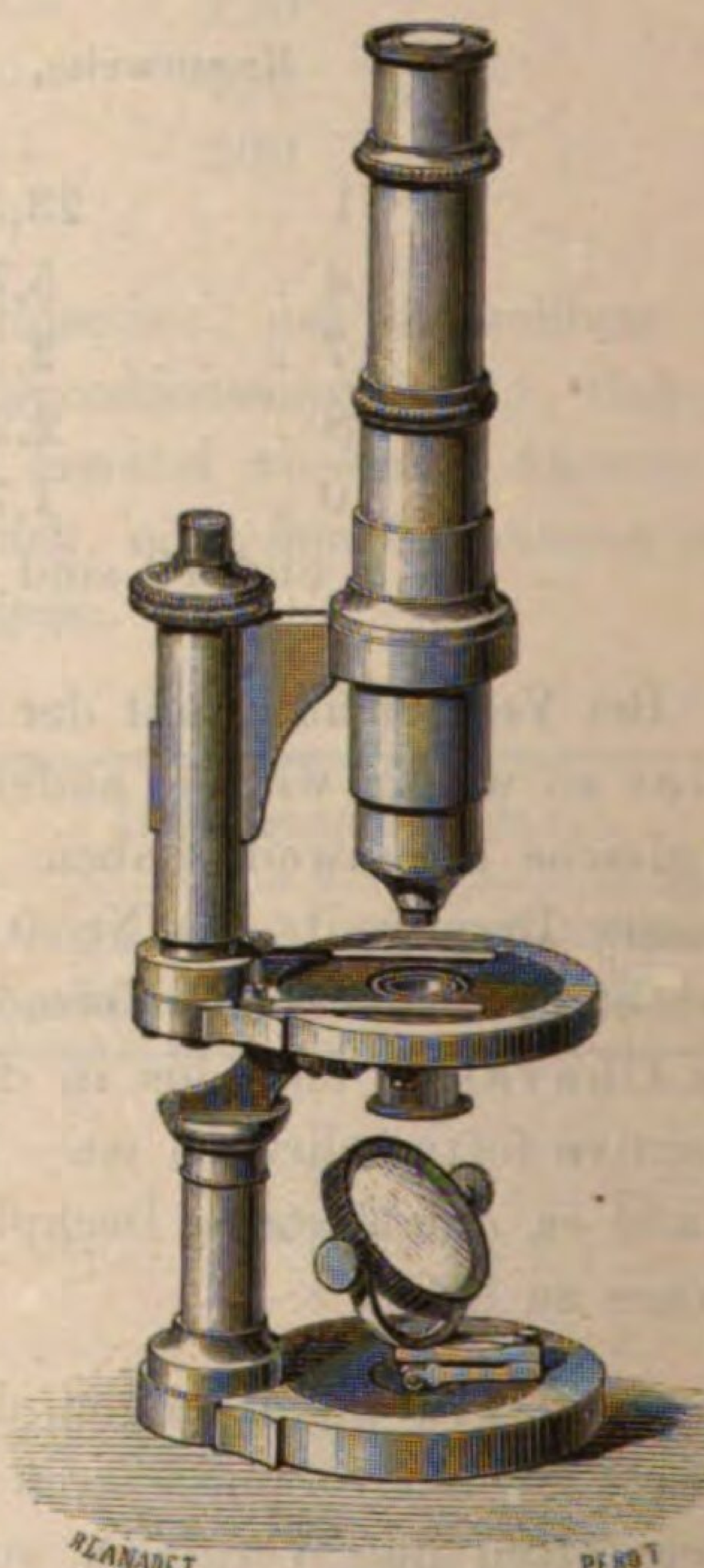
seln. Die kleineren Mikroskope, wohin das *Microscope usuel* (Fig. 79) und das *Microscope d'étudiant* (Fig. 80) gehören, enthalten nur das unumgänglich Nothwendige; sie haben aber eine ganz zweckmässige Einrichtung und reichen für die meisten Untersuchungen aus.

Fig. 79.



Microscope usuel
von Arthur Chevalier.

Fig. 80.



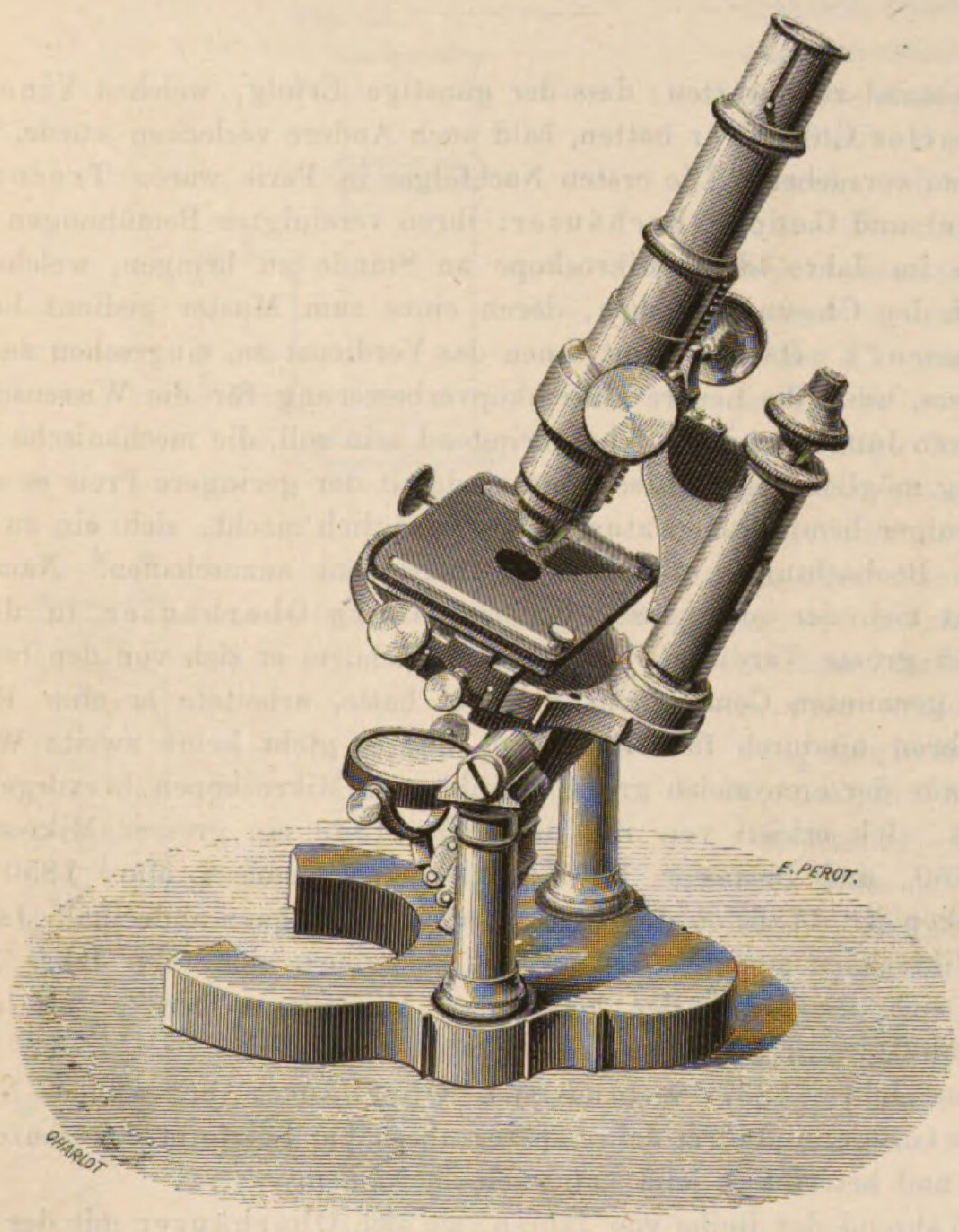
Microscope d'étudiant
von Arthur Chevalier.

Das eine unter den grösseren Instrumenten hat einen auf zwei Säulen ruhenden Objecttisch, und der den Arm des Mikroskoprohres haltende Träger lässt sich wegnehmen und durch einen Träger mit einem Querarme ersetzen, worauf Doublets kommen, so dass dann aus dem zusammengesetzten Mikroskope ein einfaches Mikroskop geworden ist. Ein anderes Instrument hat einen besonderen drehbaren Objecttisch mit einer schwarzen Glastafel, und dieses Instrument kann auch eine geneigte Stellung bekommen.

Um den letztgenannten Zweck noch sicherer zu erreichen, ruhen die grösseren Mikroskope auf zwei Säulen, zwischen denen das Charnier sich dreht, und dadurch kann dem ganzen Mikroskope nebst dem Objecttische jeder Grad von Neigung verschafft werden. Die Construction erfolgt nach

zweierlei Modellen. Das grösste Instrument, welches als *Grand Microscope de Strauss* bezeichnet wird (Fig. 81), hat einen drehbaren Object-

Fig. 81.



Das grösste zusammengesetzte Mikroskop (*Grand Microscope de Strauss*) von Arthur Chevalier.

tisch, dem überdies noch ein in zwei Richtungen beweglicher Schlitten beigegeben ist, ferner Apparate zu centrischer und schiefer Beleuchtung, einen Reflexionsspiegel für auffallendes Licht, eine *Camera lucida*, ein Objecttischmikrometer und ein Ocularglasmikrometer. Werden alle Objective und Oculare dazu genommen, so kostet es 1300 Francs.

Charles Chevalier lieferte bereits 1839 ein ganz kleines zusammengesetztes Mikroskop mit lauter achromatischen Gläsern, das nur 4 Centimeter hoch war und sich bequem in der Tasche tragen liess; er nannte

es Diamantmikroskop. Ein solches Taschenmikroskop, nur etwas grösser, woran man nöthigenfalls alle Objective ansetzen kann, wird auch jetzt noch von Arthur Chevalier geliefert.

Es stand zu erwarten, dass der günstige Erfolg, welchen Vincent und Charles Chevalier hatten, bald auch Andere verlocken würde, ihre Kräfte zu versuchen. Die ersten Nachfolger in Paris waren Trécourt, Bouquet und Georg Oberhäuser; ihren vereinigten Bemühungen gelang es im Jahre 1830, Mikroskope zu Stande zu bringen, welche es wirklich den Chevalier'schen, deren eines zum Muster gedient hatte, zuvorthaten *). Dabei kommt ihnen das Verdienst zu, eingesehen zu haben, dass, wenn die neuere Mikroskopverbesserung für die Wissenschaft und deren Jünger wirklich fruchtbringend sein soll, die mechanische Einrichtung möglichst einfach sein muss, damit der geringere Preis es auch den weniger bemittelten Naturforschern möglich macht, sich ein zu den meisten Beobachtungen brauchbares Instrument anzuschaffen. Namentlich hat sich der in Anspach geborne Georg Oberhäuser in dieser Hinsicht grosse Verdienste erworben. Nachdem er sich von den beiden vorhin genannten Compagnons getrennt hatte, arbeitete er eine Reihe von Jahren hindurch für sich allein, und es giebt keine zweite Werkstatt, aus der eine gleich grosse Anzahl von Mikroskopen hervorgegangen ist. Ich erhielt von ihm im Jahre 1848 ein grosses Mikroskop, Nr. 1550, und Professor W. Vrolik empfing am 7. März 1850 das Mikroskop Nr. 1786, so dass also in noch nicht ganz anderthalb Jahren 236 Mikroskope aus dieser Werkstatt gekommen sind. Im Jahre 1859 erhob sich die Ziffer der gefertigten Mikroskope bereits auf mehr denn 3000.

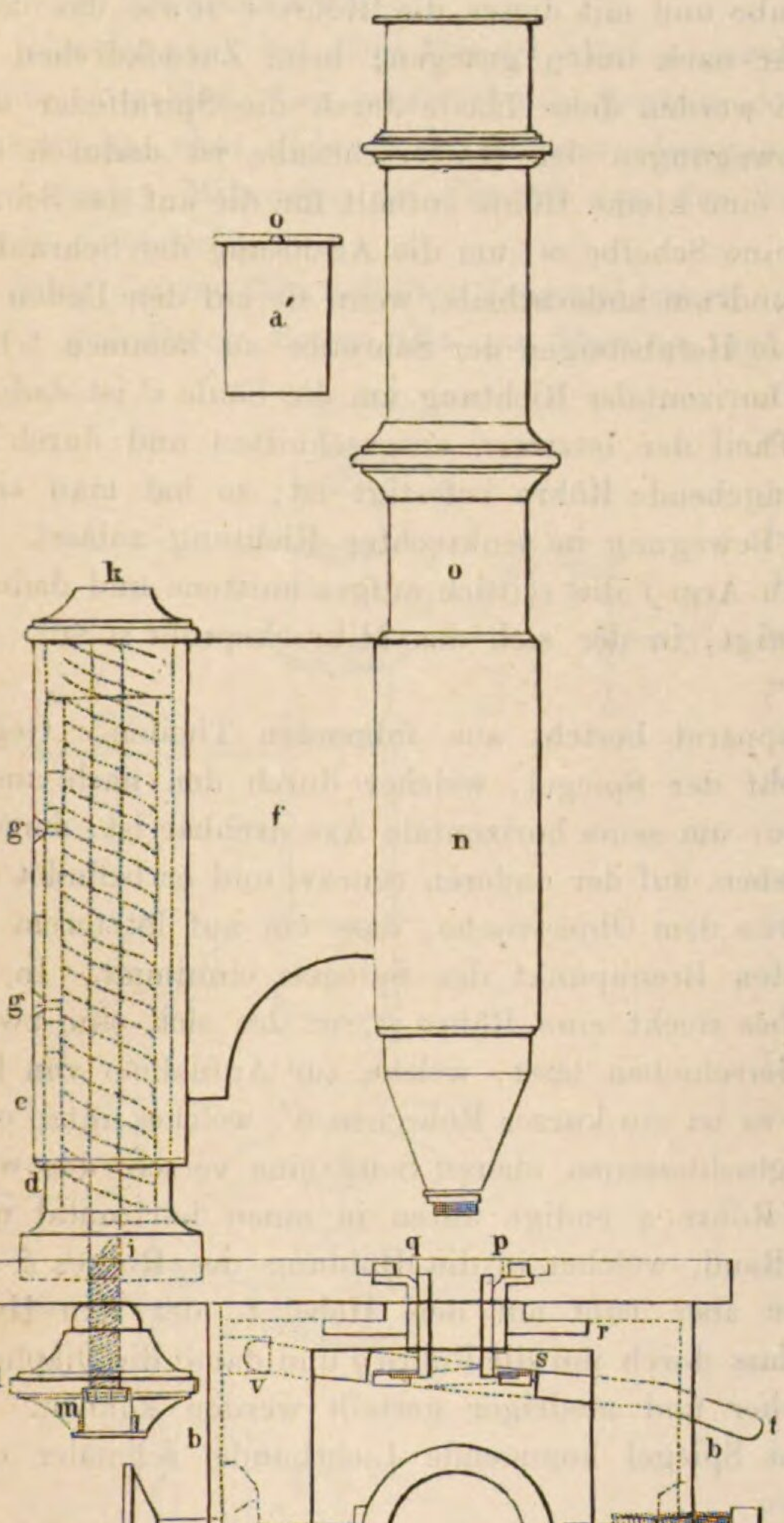
Im Jahre 1857 verband sich Oberhäuser mit seinem Neffen E. Hartnack, und drei Jahre später übernahm Letzterer das ganze Geschäft und betreibt es jetzt unter seinem Namen.

Während der Reihe von Jahren, wo sich Oberhäuser mit der Verfertigung von Mikroskopen beschäftigte, hat er allmälig in ihrer Einrichtung einige Modificationen eintreten lassen. Als *Grand Microscope*

*) Einige Jahre später entstand ein Federkrieg über die relative Tüchtigkeit ihrer Mikroskope, durch ein Paar Artikel von Saigey im Feuilleton des *National* (Aout 1835) hervorgerufen, worin Trécourt's Mikroskop angepriesen wurde. Ch. Chevalier antwortete darauf. Später gab dann Chevalier die Artikel Saigey's und seine eigenen unter dem Titel heraus: *Notes rectificatives pour servir à l'histoire des microscopes.* Paris 1835, in welchem Schriftchen manche Einzelnheiten über die erste Verfertigung achromatischer Mikroskope in Paris zu finden sind.

achromatique lieferte er bis vor 17 Jahren ein Instrument, welches nach **Mohl** in Fig. 82, gerade von vorn angesehen, dargestellt ist. In der allgemeinen Form weicht dasselbe in mehreren Hinsichten von den früheren Mikroskopen ab, namentlich in Betreff des Fusses. Dieser Fuss *a a* ist eine schwere, mit Blei gefüllte Trommel, auf welche eine kurze aber weite cylindrische Röhre *b b* geschraubt wird, die vorn eine vierseitige Oeffnung hat. Der grosse runde Objecttisch lässt sich um seine Axe drehen, indem die damit verbundene Scheibe *r* sich in einer runden Oeffnung oben in der Röhre *bb* bewegt. In dem Objecttische, in gleicher Höhe mit dessen Rande, befindet sich eine schwarze, matt geschliffene Glasscheibe, die ganz eben ist; doch können zwei Klemmfedern in dafür bestimmte Oeffnungen kommen, um die Objecte fest zu halten. Auf einer seitlichen Verlängerung dieses Objecttisches ist die runde hohle Säule *d* aufgeschraubt. Diese liegt der Röhre *e* genau an, die durch eine starke Spiralfeder in der hohlen Säule *d*, welche an das obere,

Fig. 82.



Grosses Mikroskop von **Oberhäuser**.
(Altes Modell.)

knopfförmig geschlossene Ende *k* der Röhre *e* stösst, nach aufwärts gedrückt wird. An dem Knopfe *k* ist die feine Schraube *i* befestigt, deren anderes Ende unter dem Objecttische herauskommt, wo sie einen geränderten Knopf *l* mit einer Mutterschraube trägt. Durch Umdrehen dieses Knopfes wird die Schraube und mit dieser die Röhre *e* sowie das daran befestigte Mikroskoprohr nach unten gezogen; beim Zurückdrehen der Mutterschraube dagegen werden diese Theile durch die Spiralfeder nach oben bewegt. Den Bewegungen der Mutterschraube ist dadurch eine Grenze gesetzt, dass sie eine kleine Höhle enthält für die auf das Schraubenende geschraubte kleine Scheibe *m*, um die Auslösung der Schraubenmutter zu verhindern, und um anderntheils, wenn sie auf den Boden der Höhle stösst, das zu tiefe Herabsteigen der Schraube zu hemmen. Dem Drehen der Röhre *e* in horizontaler Richtung um die Säule *d* ist dadurch vorgebeugt, dass ein Theil der letzteren ausgeschnitten und durch die Schrauben *gg* an die umgebende Röhre befestigt ist; so hat man einen Schieber, der nur eine Bewegung in senkrechter Richtung zulässt. An die Röhre *e* ist durch den Arm *f* die seitlich aufgeschnittene und dadurch federnde Röhre *n* befestigt, in der sich das Mikroskoprohr *o* auf- und niederschieben lässt.

Der Beleuchtungsapparat besteht aus folgenden Theilen. Gegenüber dem Rohre *bb* steht der Spiegel, welcher durch den nach aussen vorragenden Knopf *u* nur um seine horizontale Axe drehbar ist; derselbe ist auf der einen Seite eben, auf der anderen concav, und er befindet sich in solcher Entfernung von dem Objecttische, dass ein auf letzterem liegendes Object gerade den Brennpunkt des Spiegels einnimmt. In der Oeffnung des Objecttisches steckt eine Röhre *p*, in der sich eine zweite Röhre *q* auf- und niederschieben lässt, welche zur Aufnahme von Diaphragmen bestimmt ist; es ist ein kurzes Röhrchen *a'*, welches unten offen ist und an der sonst geschlossenen oberen Seite eine verschieden weite Oeffnung besitzt. Die Röhre *q* endigt unten in einen horizontal nach aussen vorspringenden Rand, welcher in die Höhlung des Ringes *s* aufgenommen wird; dieser aber ruht auf dem Hebel *t*, der sein Hypomochlium in *v* hat, so dass durch ihn die Röhre *q* und damit die Diaphragmen in der Röhre *p* höher und niedriger gestellt werden können. Somit lässt sich das vom Spiegel kommende Lichtbündel schmäler oder breiter machen.

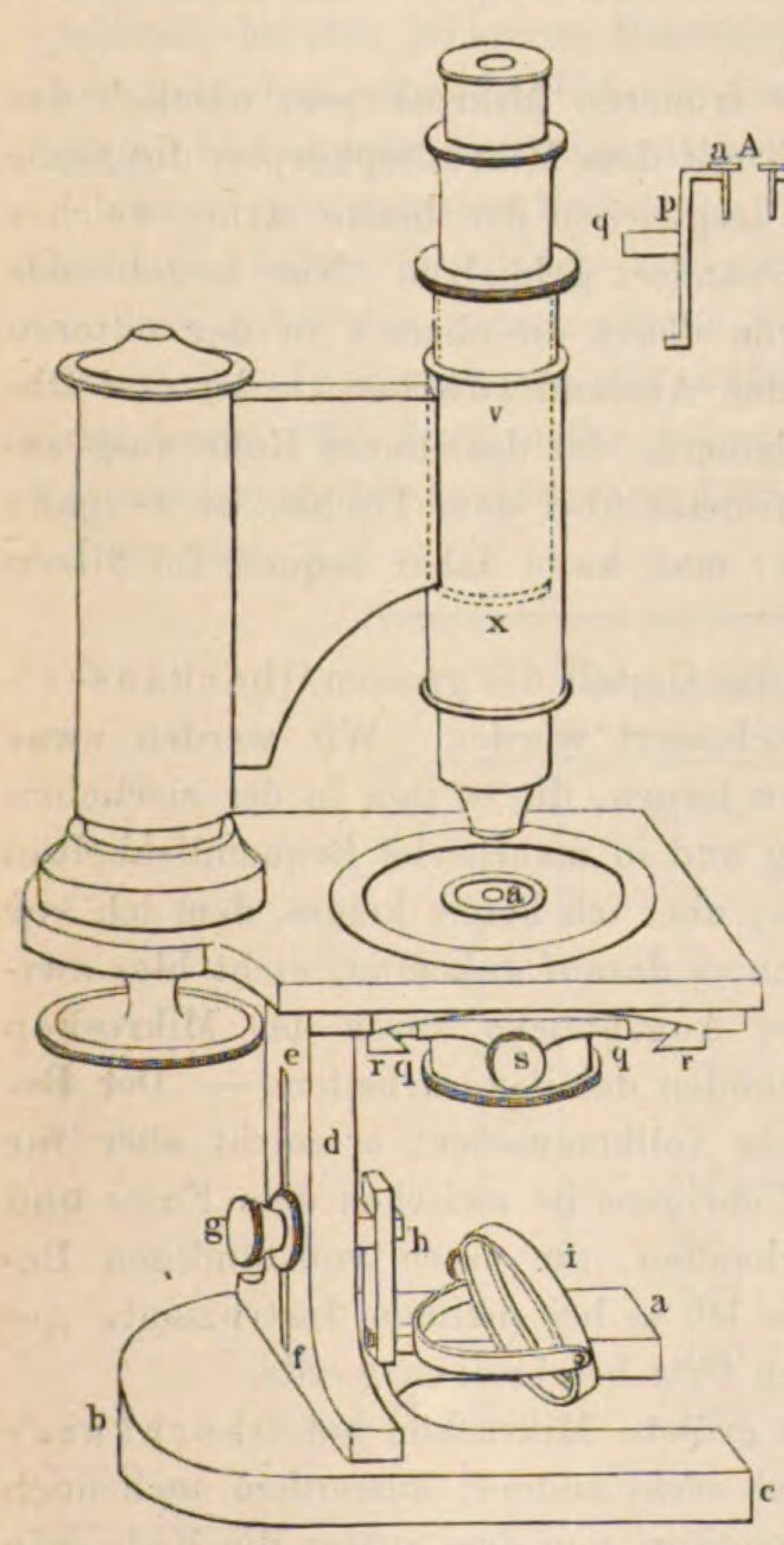
Ohne Zweifel gewährt dieses Gestell grosse Vortheile bei der praktischen Benutzung des Mikroskopes. Durch den schweren Fuss wird dem Umwerfen des Instrumentes vorgebeugt, und die Festigkeit des Ganzen gewinnt dadurch. Das Ocular steht so hoch über dem Tische, dass jemand von mittlerer Grösse sitzend daran arbeiten kann, was doch bei langwährenden Untersuchungen auch in Betracht zu ziehen ist. Ferner ist der grosse Objecttisch für viele Fälle recht zweckmässig. Endlich

sind auch die Mittel, um das Mikroskop in die richtige Entfernung vom Objecte zu bringen, gut und zweckmässig ausgedacht. Nicht das Nämliche lässt sich vom Beleuchtungsapparate sagen, namentlich vom Spiegel; bei der beschränkten Bewegung passt er nur für centrische Beleuchtung, nicht aber für excentrische.

Oberhäuser hat diese Mängel selbst eingesehen, und im Jahre 1848 brachte er an dem eben beschriebenen Gestelle einige abhelfende Veränderungen an, ohne dadurch die früheren Vorzüge zum Opfer zu bringen. Dieses neuere Mikroskop ist Fig. 83 von der Seite in perspectivischer Ansicht dargestellt.

Statt der mit Blei gefüllten Trommel hat es einen schweren hufeisenförmig gestalteten Bogen *abc* aus Messing, auf dem sich nach hinten rechtwinkelig das kurze und schwere, unten breit anfangende Stück *d* erhebt, welches in der Mitte den Ausschnitt *ef* besitzt. In diesem Ausschnitte bewegt sich ein vierseitiges Stück mit dem Knopfe *g*. Vorderhalb des Ausschnittes steht dies vierseitige Stück mit der Kurbel *h* in Verbindung, die sich vertical herumdrehen lässt, so dass der daran befestigte Spiegel *i* in alle Richtungen kommen und höher oder tiefer gestellt werden kann. Bei dieser neuen Einrichtung konnte auch der frühere Hebel zum Auf- und Niederbewegen der Diaphragmen wegfallen; denn da der Objecttisch ganz frei ist, lässt sich dies ganz leicht mit der Hand ausführen. Bei *A* ist im Durchschnitte dargestellt, wie das Diaphragma *a* in der

Fig. 83.



Grosses Mikroskop von Oberhäuser. (Neueres Modell.)

Röhre *p* steckt, die ihrerseits in einer runden Oeffnung des vierseitigen Stückes *qq* gleitet. Dieses hat schief abgeschnittene Ränder, welche in einen weiten schwalbenschwanzförmigen Ausschnitt *rr* unter dem Objecttische passen. Der Knopf *s*, welcher mit dem vierseitigen Stücke *qq* verbunden ist, dient dazu, um es herauszunehmen; mittelst desselben kann man aber auch die Oeffnung des Diaphragma etwas aus der Axe des Instrumentes bewegen, so dass der Randschatten ins Gesichtsfeld trifft, was in manchen Fällen zweckmässig ist.

Der Objecttisch ist ebenfalls etwas verändert. Er ist vierseitig und hat etwa 10 Centimeter Durchmesser; statt der schwarzen Glasplatte kommt eine messingene Scheibe, die gleich dem schwarzen Objecttische selbst matt schwarz gemacht ist, in die grosse kreisförmige Höhle desselben, so dass dieser nun eine ganz ebene Oberfläche hat mit einer kleinen runden Oeffnung in der Mitte.

Die übrigen Einrichtungen des früheren Mikroskopes, nämlich das Umdrehen des Objecttisches zugleich mit dem Mikroskopkörper, die Säule mit der Schraube und Spiralfeder, desgleichen der breite Arm, welcher das Mikroskoprohr trägt, sind unverändert geblieben. Nur besteht das Mikroskoprohr aus zwei Röhren, von denen die obere *v* in der unteren *x* sich auf- und niederschiebt, um den Abstand zwischen Ocular und Objectiv zu vergrössern oder zu verkleinern. Ist das innere Rohr ausgezogen, dann steht das Ocular 36 Centimeter über dem Tische, ist es ganz hineingeschoben, nur 30 Centimeter; man kann daher bequem im Sitzen arbeiten.

Durch diese Aenderungen ist das Gestell des grossen Oberhäuser'schen Mikroskopes wirklich sehr verbessert worden. Wir werden zwar weiterhin noch einige andere kennen lernen, die es ihm in der zierlichen Form, in der künstlichen Bewegung und in mancherlei Bequemlichkeiten für den wenig Geübten voraus thun; aber ich kenne keines, dem ich vor ihm den Vorzug geben möchte, wenn es darauf ankommt, nicht blos zwischendurch einmal während einiger Augenblicke durch das Mikroskop zu sehen, sondern täglich einige Stunden damit zu arbeiten. — Der Beleuchtungsapparat ist allerdings kein vollkommener, er reicht aber für die meisten Untersuchungen aus. Uebrigens ist zwischen dem Fusse und dem Objecttische Raum genug vorhanden, um einen vollständigen Beleuchtungsapparat anzubringen, wie ich es bei meinem Instrumente gethan habe, das ich später geeigneten Orts beschreiben werde.

Ausser diesem Gestelle für das grösste Mikroskop hat Oberhäuser und sein Nachfolger Hartnack noch sechs andere; ausserdem auch noch ein bildumkehrendes Dissectionsmikroskop, von dem später die Rede sein wird. Diese anderen Mikroskopgestelle sind einfacher und deshalb wohlfeiler, und es ist gerade Oberhäuser's Verdienst, gute Mikroskope zu einem auch vom Unbemittelten zu erschwingenden Preise geliefert zu

haben. Viele Andere sind dann diesem Beispiele gefolgt. Es ist aber Pflicht des Geschichtsschreibers, darauf hinzuweisen, dass Oberhäuser es den jüngeren Naturforschern möglich gemacht hat, sich um weniges Geld brauchbare Instrumente zu wissenschaftlichen Untersuchungen zu verschaffen, und dass er hierdurch wirksam zur Ausbreitung mikroskopischer Kenntnisse beigetragen hat.

Die kleineren Oberhäuser'schen Mikroskopgestelle *) haben auch eine weit grössere Verbreitung gefunden, als die grösseren Instrumente. Die, welche Oberhäuser in früheren Jahren lieferte, hatten übrigens einen sehr kleinen Objecttisch, so dass man nur sehr schmale Objectgläschen benutzen konnte. Neuerer Zeit ist dieser Unvollkommenheit abgeholfen worden, und ausserdem wurde die Schraube zur feinen Einstellung, die sich früherhin zur Seite des Objecttisches befand, unten angebracht, gleichwie bei den grösseren Mikroskopen. Der trommelförmige Fuss ist aber geblieben, und folglich ist der nur in Einer Richtung bewegliche Spiegel nicht passend zur excentrischen Beleuchtung.

Eine weit grössere Bedeutung, als die Benutzung dieses oder jenes Gestelles, haben aber auch hier, wie bei allen anderen Mikroskopen, die dazu gehörigen Linsensysteme und Oculare. Oberhäuser hatte elf verschiedene Linsensysteme, die er als Nr. 1, 2, 3, 4, 4 A, 4 B, 5, 6, 7, 8, 9 bezeichnete. Ich füge in der folgenden Tabelle die Brennweiten und die Vergrösserung der äquivalenten Linsen bei, denen jene Systeme ungefähr entsprechen:

	Brennweite.	Vergrösserung.
Nr. 1	65mm	5
2	33	9
3	22	13
4	13,02	20
4 A	8,5	30
4 B	7,7	34
5	6,5	40
6	5,4	49
7	3,22	80
8	2,50	101
9	1,70	148

*) Es muss übrigens bemerkt werden, dass diese Form des Mikroskopgestelles zum ersten Male bei dem im Jahre 1739 verfertigten Martin'schen Taschenmikroskope vorkommt und seitdem von verschiedenen Optikern für weniger kostbare Mikroskope benutzt wurde, wenngleich immer mit einigen Modificationen

In den letzten Jahren hat Hartnack noch zwei stärkere Objectivsysteme Nr. 10 und 11 zugefügt, auf die ich weiterhin noch zurückkomme.

Naturlicherweise sind diese Brennweiten nicht immer vollkommen gleich für jedes System, welches die nämliche Nummer trägt. Ich habe aber gefunden, dass bei Mikroskopen, die kurz nach einander geliefert waren, zwischen den gleichnamigen Linsensystemen wirklich nur ein unbedeutender Unterschied vorkommt. Auch muss ich noch bemerken, dass die vorstehenden Werthe nur für Nr. 4, 7, 8 und 9 durch directe Versuche festgestellt wurden, die übrigen aber aus den von Oberhäuser selbst in seinem Preiscourante angegebenen Vergrösserungen mit dem ersten Oculare berechnet und also nur annähernd richtig sind.

Dazu gehören fünf Oculare, alle mit Huygens'scher Einrichtung. Bei einem Mikroskope vom Jahre 1848 verhielt sich ihr Vergrösserungsvermögen in folgender Weise zu einander:

Nr. 1.		Nr. 2.		Nr. 3.		Nr. 4.		Nr. 5.
1	:	1,04	:	1,30	:	2,55	:	2,93

Der Durchmesser des Gesichtsfeldes für 25 Centimeter Sehweite war:

106	80	130	168	176 Millimeter.

Bei der gewöhnlichen Länge der Oberhäuser'schen Mikroskope wächst die Vergrösserung des Objectivsystemes durch das erste oder schwächste Ocular etwa 2,5 Male. Da die Hartnack'schen Objective und Oculare in der Vergrösserung nahezu mit denen seines Vorgängers Oberhäuser übereinstimmen, so kann jeder, der sich von dort ein Mikroskop bestellen will, aus den vorstehenden Zahlen sich ohne viele Mühe ziemlich genau berechnen, wie die verschiedenen Combinationen von Objectivsystemen und Ocularen vergrössern, und welcher er mithin je nach den besonderen Zwecken des Mikroskopes bedarf. Die schwächste Vergrösserung erhält man mit Objectiv Nr. 1 und Ocular Nr. 1 $= 5 . 2{,}5$ oder $12^1/_2$ Male; die stärkste mit Objectiv Nr. 9 und Ocular Nr. 5 $= 148 . 2{,}5 . 2{,}93$ oder 1084 Male. Mit den bereits erwähnten stärksten Hartnack'schen Objectiven Nr. 10 und 11 erhält man eine 1200- und 1400fache Vergrösserung, und durch Ausziehen des Rohres wachsen diese Vergrösserungswerthe noch gut um die Hälfte.

Die kleineren Mikroskope der Firma Oberhäuser, jetzt Hartnack (*Place Dauphine*, Nr. 21) haben gewöhnlich die Objective Nr. 4 und 7, und die Oculare Nr. 2 und 3; die Vergrösserung wechselt dann von 40 bis zu 240. Die Oculare Nr. 3 und 4 verdienen aber den Vorzug, da mit dem letzteren

und mehr oder weniger erheblichen Verbesserungen; so nach Martin von Brander, nach diesem von Fraunhofer, weiterhin von Trécourt und Oberhäuser, denen nun gegenwärtig mehrere französische und deutsche Verfertiger von Mikroskopen folgen.

nicht blos die Vergrösserung wächst, sondern auch, wie sich sogleich zeigen wird, das optische Vermögen etwas zunimmt, selbst bei den stärkeren Systemen. Wendet man noch ein Paar Gulden mehr an und nimmt auch das Objectivsystem Nr. 8 oder 9 dazu, so wird man selten in den Fall kommen, eines noch vollständigeren optischen Apparates zu bedürfen.

Die folgenden Resultate der Prüfung des im Jahre 1848 erhaltenen grossen Oberhäuser'schen Mikroskopes mögen für die Beurtheilung des optischen Vermögens der damals gelieferten Instrumente maassgebend sein. Es wird aber genügen, wenn ich blos anführe, was ich an den drei stärksten Linsensystemen gefunden habe.

Linsen-system.	Brenn-weite.	Oeffnungs-winkel *).	Ocular.	Vergrösse-rung.	Nobert's Probetäfelchen **).
Nr. 7	3,22mm	58°	Nr. 3	268	Siebente Gruppe deutlich.
—	—	—	4	501	Dieselbe noch deutlicher.
8	2,50	60	3	345	Desgleichen.
—	—	—	4	646	Sechste Gruppe deutlich.
9	1,70	63	3	520	Neunte Gruppe eben deutlich.
—	—	—	4	951	Achte Gruppe deutlich.

In der Tabelle auf folgender Seite habe ich die Grenzen der Sichtbarkeit und der Unterscheidbarkeit bei Benutzung eines Oberhäuser'schen Mikroskopes zusammengestellt:

*) Der Oeffnungswinkel ist nach der Lister'schen Methode (I. §. 121) bestimmt worden.

**) Siehe S. 48. Anm.

Linsen-system.	Ocular.	Vergrösse-rung.	Kugelförmige Objecte.	Fadenförmige Objecte.	Drahtnetz. Drähte.	Drahtnetz. Maschen-räume.
Nr. 7	Nr. 3	268	$0,274^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{3650}$ mm	$0,0343^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{29100}$ mm	$0,261^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{3840}$ mm	$0,429^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{2330}$ mm
	4	501	$0,266^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{3760}$ mm	$0,0308^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{32500}$ mm	$0,224^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{4470}$ mm	$0,368^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{2720}$ mm
	5	577	$0,287^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{3490}$ mm	$0,0290^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{34500}$ mm	$0,228^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{4400}$ mm	$0,375^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{2660}$ mm
Nr. 8	Nr. 3	345	$0,233^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{4290}$ mm	$0,0300^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{33300}$ mm	$0,234^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{4280}$ mm	$0,385^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{2600}$ mm
	4	646	$0,249^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{4020}$ mm	$0,0273^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{37000}$ mm	$0,220^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{4560}$ mm	$0,363^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{2750}$ mm
	5	743	$0,268^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{3740}$ mm	$0,0260^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{38500}$ mm	$0,232^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{4310}$ mm	$0,380^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{2630}$ mm
Nr. 9	Nr. 3	520	$0,206^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{4850}$ mm	$0,0231^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{43300}$ mm	$0,201^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{4970}$ mm	$0,333^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{3000}$ mm
	4	951	$0,230^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{4350}$ mm	$0,0234^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{42800}$ mm	$0,180^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{5550}$ mm	$0,297^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{3340}$ mm
	5	1084	$0,234^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{4280}$ mm	$0,0240^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{41700}$ mm	$0,179^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{5580}$ mm	$0,295^{\text{mmm}}$ $\frac{1}{3390}$ mm

Diese Zahlen sind sicherlich für die Tüchtigkeit der damaligen Oberhäuser'schen Mikroskope beweisend. Die Objectivsysteme aber, welche Hartnack in den letzten Jahren zusammensetzte, übertreffen noch jene seines Vorgängers. Im Besonderen hat dieser sich dadurch verdient gemacht, dass er, dem Beispiele Amici's folgend, Immersionssysteme construirte. Doch hat er die Immersion nur bei den stärksten Systemen Nr. 9, 10 und 11 in Anwendung gebracht.

An einem Hartnack'schen Immersionssysteme Nr. 10 vom Jahre 1860 fand ich die Brennweite von 1,60 bis 1,78 Millimeter wechselnd, je nach der Stellung des Correctionsapparates. Waren die Linsen einander am meisten genähert, war somit die Brennweite am kürzesten, so betrug der totale Oeffnungswinkel 172^0, sein nutzbarer Theil aber etwa 140^0. Ungeachtet dieses bedeutend grossen Oeffnungswinkels war das Linsensystem noch recht gut bei Deckplättchen von $0,3^{\text{mm}}$ Dicke zu verwenden. Bei centrischer Beleuchtung mit parallelem Lichte wurde die 15. Gruppe eines Nobert'schen Probetäfelchens mit 30 Gruppen unter-

schieden, ja selbst in der 16. Gruppe wurden theilweise die feinen Striche erkannt. Bei ganz schief einfallendem Lichte und sehr genauer Einstellung des Correctionsapparates gelang es sogar, in der 30. oder letzten Gruppe noch ganz feine Linien zu erkennen. Als Grenzen der Sichtbarkeit und Unterscheidbarkeit ergaben sich für:

Kugelförmige Objecte . .	0,152^mmm^	$= \frac{1}{6580}$	Millimeter.
Fadenförmige Objecte . . .	0,022 „	$= \frac{1}{45500}$	„
Drähte eines Drahtnetzes	0,116 „	$= \frac{1}{8624}$	„
Maschen dieses Netzes . .	0,232 „	$= \frac{1}{4314}$	„
Parallel gespannte Drähte	0,113 „	$= \frac{1}{8770}$	„
Deren Interstitien	0,192 „	$= \frac{1}{5210}$	„

Als dieses Hartnack'sche Objectivsystem Nr. 10 zuerst käuflich wurde, zeichnete es sich unzweifelhaft vor allen bis dahin auf dem Continente gefertigten durch das stärkste optische Vermögen aus. Einige der stärksten englischen Systeme standen zwar in dieser Beziehung noch höher; für den praktischen Gebrauch hatte aber das Hartnack'sche Objectiv den Vorzug durch die grössere Distanz zwischen Object und unterster Linse. Eine ausführlichere Mittheilung über dieses Objectiv gab ich in *Versl. en Mededeel. der Kon. Akad.* 1861, XI, p. 266. (Poggendorff's *Annal.* CXIV, p. 82 bis 99.)

Späterhin hat Hartnack ein noch stärkeres Immersionssystem Nr. 11 zu Stande gebracht. Im Jahre 1864 lieferte er ein solches nach Antwerpen an Henri van Heurck, der bereits im ersten Bande der *Annales de la Société physiologique d'Anvers (Notice sur un nouvel objectif à immersion et à correction, construit par E. Hartnack, suivi de recherches sur le Navicula affinis)* sehr günstig darüber berichtet hat. Ich selbst habe dieses Objectiv ebenfalls untersuchen können und gefunden, dass die Brennweite je nach der verschiedenen Stellung des Correctionsapparates zwischen 1,28 und 1,44^{mm} wechselt*). Der Abstand vom Objecte ist somit noch gross genug für Deckplättchen, die 0,25^{mm} dick sind. Den Oeffnungswinkel bestimmte ich nach Wenham's Methode Abends, wo jegliches Licht ausser jenem einer leuchtenden Flamme abgeschnitten war: an

*) Nach van Heurck, dem es wahrscheinlich Hartnack selbst mitgetheilt hat, haben die drei Linsen dieses Objectivs folgende Brennweiten: a) 2,75 Linien = 5,19 Millim.; b) 1,5 Linie = 3,38 Millim.; c) 0,75 Linie = 1,69 Millim.

den Rändern des Gesichtsfeldes war noch ein Lichtschein bemerkbar, wenn der Winkel der durchlaufenen Strecke 176° betrug; ja selbst bei einem Winkel von 177° trat dieser Lichtschein noch auf. So viel mir bekannt, ist das der grösste Oeffnungswinkel, der bis jetzt einem Objectivsysteme gegeben worden ist. Der wirklich nutzbare Theil indessen, innerhalb dessen das Flammenbildchen noch scharf hervortritt, hat nur ungefähr 150°. Bei centrischer Beleuchtung mit parallelem Lichte und genauer Einstellung des Correctionsapparates treten mit diesem Linsensysteme alle Linien der 16. Gruppe des Nobert'schen Täfelchens deutlich hervor. Als äusserste Grenze der Unterscheidbarkeit fand ich für:

Drähte eines Drahtnetzes .	$0{,}108^{\text{mmm}}$	$= \frac{1}{9225}$	Millim.
Maschen dieses Netzes. . .	0,222 „	$= \frac{1}{4500}$	„
Parallel gespannte Drähte	0,104 „	$= \frac{1}{9615}$	„
Deren Interstitien.	0,182 „	$= \frac{1}{5500}$	„

Dass diesen beiden Hartnack'schen Objectiven die Zeichnungen der bekannten schwierigen Probeobjecte (I., S. 323) nicht widerstehen, bedarf kaum der Erwähnung. In dieser Beziehung sind sie einander ziemlich gleich, doch erkennt man die Einzelnheiten mit Nr. 11 noch etwas leichter.

Zu allen Prüfungen benutzte ich ein Kellner'sches Ocular, das etwa 6 Mal vergrössert; für die verschiedenen Probeobjecte aber ist schon das schwächste Oberhäuser'sche Ocular ganz ausreichend.

Das schwächere Immersionssystem Nr. 9 habe ich nicht selbst zu untersuchen Gelegenheit gehabt. Nach den Mittheilungen von Naegeli und Schwendener kann es aber den beiden stärkeren Systemen nur wenig nachstehen *).

*) Zur Bestimmung des Unterscheidungsvermögens verschiedener Mikroskope haben Naegeli und Schwendener (*Das Mikroskop*, I., S. 123) nach meiner Methode ebenfalls Luftbläschen benutzt und die erhaltenen Resultate an genannter Stelle mitgetheilt. Da ihre Maasse auf einer etwas veränderten Basis beruhen, so ist eine unmittelbare Vergleichung der beiderseitigen Resultate nicht möglich. Als Maschendurchmesser gilt ihnen nämlich der Durchmesser des Drahts zusammen mit dem Interstitium, weil sie gefunden haben wollen, dass bei verschiedenen Drahtnetzen, wo die Dicke des Drahts und des Interstitiums von 1 : 5 bis 1 : 2 wechselte, immer nahezu die nämlichen Resultate herauskommen. Ich bezweifele jedoch, dass dem wirklich so ist; jedenfalls halte ich es für zuverlässiger, wenn beiderlei Durchmesser besonders genommen werden. Um nun meine Ergebnisse mit jenen von Naegeli und Schwendener vergleichbar zu machen, müssen die beiderlei Durchmesser zusammen addirt werden. Jene fanden aber, dass mit dem

Hartnack hat jetzt folgende Preise für seine Objectivsysteme:

a. Gewöhnliche Objective ohne Correctionseinrichtung 7.

Nr. 1		15 Francs
„ 2		20 „
„ 3		25 „
„ 4		30 „
„ 5		35 „
„ 6		40 „
„ 7		40 „
„ 8		50 „

b. Immersionssysteme mit Correction.

Nr. 9		150 Francs
„ 10		200 „
„ 11		250 „

Das oben beschriebene grosse Mikroskop mit Hufeisenstativ, mit den Objectiven Nr. 2, 4, 7, 8, 9, mit 5 Ocularen, wovon Nr. 2 mit einem Glasmikrometer versehen ist, mit einer grossen Beleuchtungslinse für auffallendes Licht kostet 750 Francs. Kommen die übrigen Objective dazu, dann kostet es 1315 Francs. Ein kleineres Mikroskop mit Hufeisenstativ ohne beweglichen Objecttisch, mit den Objectiven Nr. 4, 7 und 9, sowie mit drei Ocularen, kostet 375 Francs.

Kleinere Mikroskope mit Trommelstativ, mit den Objectiven 4 und 7, mit 2 Ocularen, die für die meisten Untersuchungen ganz ausreichend sind, kosten 140 Francs.

Immersionssysteme Nr. 9, welches 1,87 Millim. Brennweite hat, und unter Benutzung des Oculars Nr. 3, noch Maschen von 0,45mmm Durchmesser erkannt werden, und sie fügen hinzu, dass bei günstigster Vermehrung der Ocularvergrösserung dieser Durchmesser bis zu 0,3mmm herabgehen konnte. Nach dem Vorausgehenden sind die entsprechenden Werthe für die Systeme Nr. 10 und 11 = 0,348mmm und 0,333mmm. Da diese Zahlen unter den günstigsten Umständen und mit einem zwar starken, doch nicht zu starken Oculare erhalten wurden, so wird der mit einem Oculare des nämlichen Opticus erhaltene, auffallend kleinere Werth von 0,3mmm sich nur dadurch erklären lassen, dass der Durchmesser der kleinsten noch sichtbaren Maschen auf eine andere Weise ausgedrückt ist, oder dass die Gefühlsschärfe der Augen differirte.

In der letzten Zeit habe ich statt eines Drahtnetzes vielfach zwei parallele Drähte benutzt. Als Drähte können zwei geschwärzte Nähnadeln dienen, an deren Enden etwas Canadabalsam kommt, wodurch sie auf einer Glastafel neben einander befestigt werden. Meine Nadeln maassen ungefähr halb so viel als das Interstitium zwischen ihnen. Für solche Drähte liegt die Grenze der Unterscheidbarkeit immer auffallend ferner, als für die Maschen eines Drahtnetzes, und das ist nicht anders zu erwarten, da ja der Unterschied hier ganz ähnlich ist, als wenn wir fadenförmige oder aber rundliche oder vierseitige Objecte betrachten.

Als dritte Pariser Firma, welche nebst den beiden vorigen oben an steht, ist Nachet et fils (*Rue Saint-Severin*, 17) zu nennen. Zuerst wurden seine stärkeren Objective im Jahre 1845 von Lebert rühmlich erwähnt. Seit 1849 bis in die jüngste Zeit habe ich Gelegenheit gehabt, viele der von Nachet gelieferten Instrumente zu untersuchen und mich davon überzeugt, dass er sich die Verbesserung seiner Instrumente fortwährend hat angelegen sein lassen, in der mechanischen sowohl als in der optischen Einrichtung. Ich muss hinzufügen, dass namentlich die Londoner Weltausstellung, wo er die vorzüglichen Mikroskope von Ross, von Powell und von Smith kennen lernte, für ihn fruchtbringend geworden ist. Früherhin hat er sich vorzüglich die Instrumente von Oberhäuser als Muster genommen; in der letzteren Zeit aber die genannten englischen Optiker, jedoch nicht als sklavischer Nachahmer, sondern immer mit einigen Veränderungen in der mechanischen Einrichtung, die sich in der Regel als eben so viele Verbesserungen erweisen.

Nachet hat neun verschiedene Objectivsysteme, die stärkeren, wenn es verlangt wird, auch mit einer Correctionseinrichtung für verschieden dicke Deckplättchen versehen, ganz nach der später zu beschreibenden Methode von Ross.

Folgendes sind die Brennweiten *) und die Preise dieser Objective:

Objective.	Brennweite.	Gewöhnliche Objective		Immersionssysteme	
		ohne Correction.	mit Correction.	ohne Correction.	mit Correction.
Nro. 0	27 Millim.	15 Francs	—	—	—
„ 1	12 „	20 „	—	—	—
„ 2	6 „	20 „	—	—	—
„ 3	4,8 „	25 „	50 Francs	—	—
„ 4	3,2 „	30 „	60 „	—	—
„ 5	2,5 „	35 „	75 „	50 Francs	80 Francs
„ 6	2,0 „	50 „	100 „	60 „	120 „
„ 7	1,6 „	80 „	125 „	100 „	150 „
„ 8	1,3 „	—	—	—	200 „

Liefert Nachet diese Objective zu einem Mikroskope, das nicht von ihm selbst ist, dann erhöht sich der Preis um 20 bis 25 Proc.

*) Es gilt hier das Nämliche, was schon vorhin (S. 154) von den Oberhäuser'schen und Chevalier'schen Objectiven bemerkt wurde. Es kommen kleine Verschiedenheiten in den Brennweiten der gleichnamigen Systeme vor; sie betragen freilich niemals mehr als Bruchtheile des Millimeters, was aber bei den stärkeren Systemen einen bemerkbaren Einfluss übt.

Unter den Mikroskopverfertigern des Continents war Nachet nach Amici der Erste, der sich um die Vergrösserung des Oeffnungswinkels seiner Objective bemühte. Im Jahre 1856 bekam ich ein Objectiv Nr. 7 mit Correctionseinrichtung, dessen Brennweite bei stärkster Annäherung der Linsen 1,47 Millimeter betrug: es hatte einen Oeffnungswinkel von 148⁰. Das Objectiv Nr. 8, welches Nachet zwei Jahre später lieferte, hatte nur 1,07 Millimeter Brennweite (die kleinste unter allen bis dahin gelieferten Objectiven) und einen Oeffnungswinkel von 140⁰.

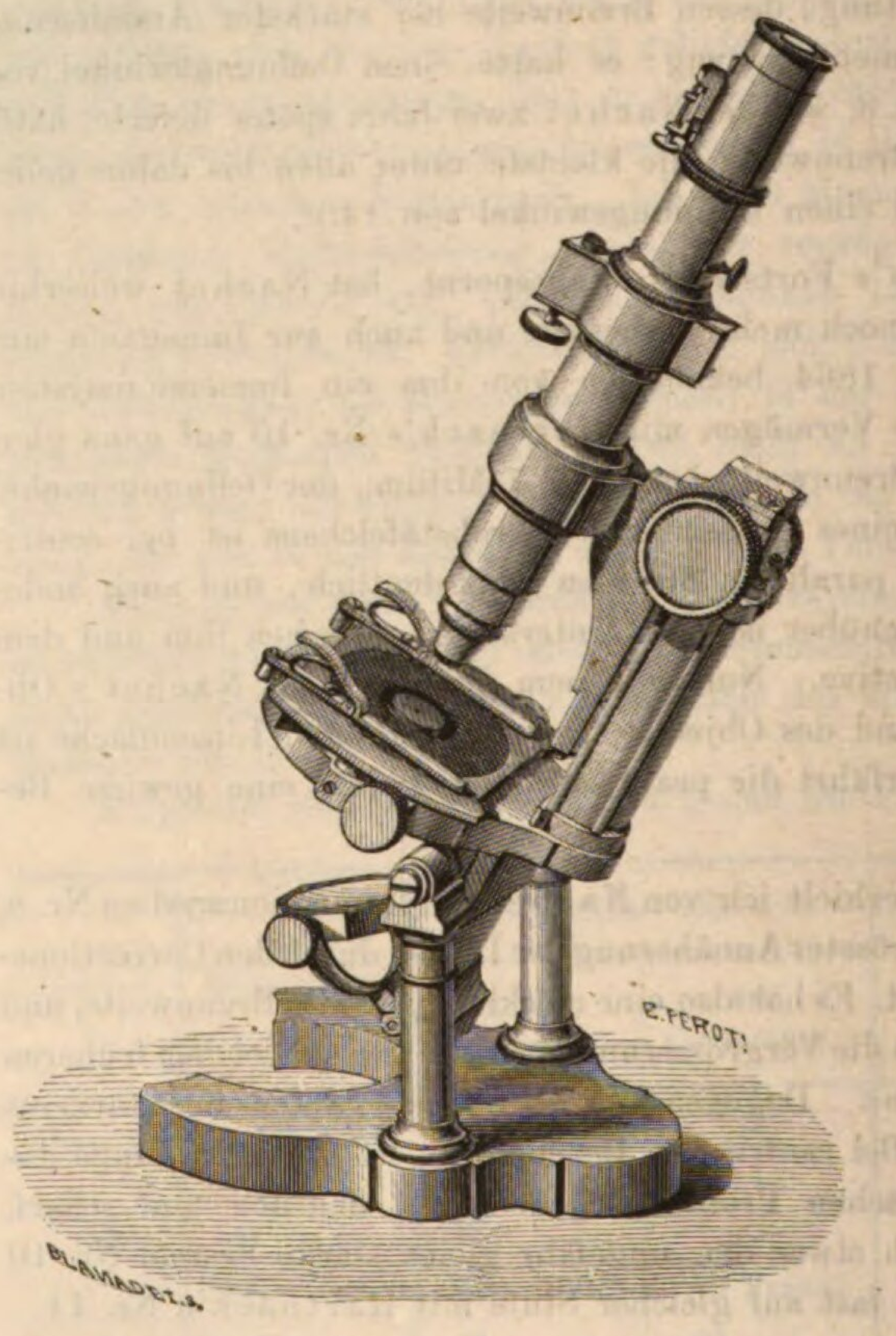
Durch Hartnack's Fortschritte angespornt, hat Nachet weiterhin seine Objectivsysteme noch mehr verbessert und auch zur Immersion eingerichtet. Im Jahre 1864 bekam ich von ihm ein Immersionssystem Nr. 7, dessen optisches Vermögen mit Hartnack's Nr. 10 auf ganz gleicher Stufe steht: die Brennweite beträgt 1,7 Millim., der Oeffnungswinkel 160⁰, die 15. Gruppe eines Nobert'schen Probetäfelchens ist bei centrischer Beleuchtung mit parallelen Strahlen ganz deutlich, und auch anderen Probeobjecten gegenüber ist kein Unterschied zwischen ihm und dem Hartnack'schen Objective. Nur in Einem Punkte steht Nachet's Objectiv nach, der Abstand des Objectes von der untersten Linsenfläche ist kleiner, und dadurch erfährt die praktische Benützung eine gewisse Beschränkung.

Ganz neuerdings erhielt ich von Nachet ein Immersionssystem Nr. 8, dessen Brennweite bei grösster Annäherung der Linsen durch den Correctionsapparat 1,6 Mm. beträgt. Es hat also eine merklich grössere Brennweite, und natürlich fällt dann auch die Vergrösserung geringer aus, als bei dem früheren gleichnumerigen Systeme. Dagegen hat aber dieses System ein stärkeres optisches Vermögen. Bei centrischer Beleuchtung ist die 16. Gruppe des 30gruppigen Nobert'schen Probetäfelchens ganz deutlich und scharf. Es übertrifft darin noch etwas das ungefähr gleich starke System Nr. 10 Hartnack's und steht fast auf gleicher Stufe mit Hartnack's Nr. 11.

Nachet hat mehrere Arten von Mikroskopgestellen. Für seine grossen Mikroskope hatte er zuerst das Oberhäuser'sche mit dem trommelförmigen Fusse zum Muster genommen. Da sich aber bei dieser Einrichtung der Spiegel nur um eine horizontale Axe dreht, mithin nur centrische Beleuchtung möglich ist, so half er diesem Mangel auf verständige Weise dadurch ab, dass er ein Prisma zwischen den Spiegel und das Object brachte, worauf das Licht unter einem Winkel von 30⁰ auffällt. Die nähere Beschreibung wird in dem Abschnitte von den Beleuchtungsapparaten kommen. Jetzt hat aber Nachet dieses Modell ganz aufgegeben. Seine grössten und besten Mikroskope haben jetzt die Einrichtung, welche in Fig. 84 (a. f. S.) dargestellt ist, dass nämlich, wie bei den englischen Mikroskopen, der ganze optische Apparat an einer horizontalen Axe zwischen zwei Säulen hängt, und aus der verticalen bis zur

horizontalen Stellung übergeführt werden kann. Hat dieses Mikroskop die Objectivsysteme Nr. 0 bis 7, die stärkeren Systeme mit der Correctionseinrichtung,

Fig. 84.



Grosses Mikroskop von Nachet.

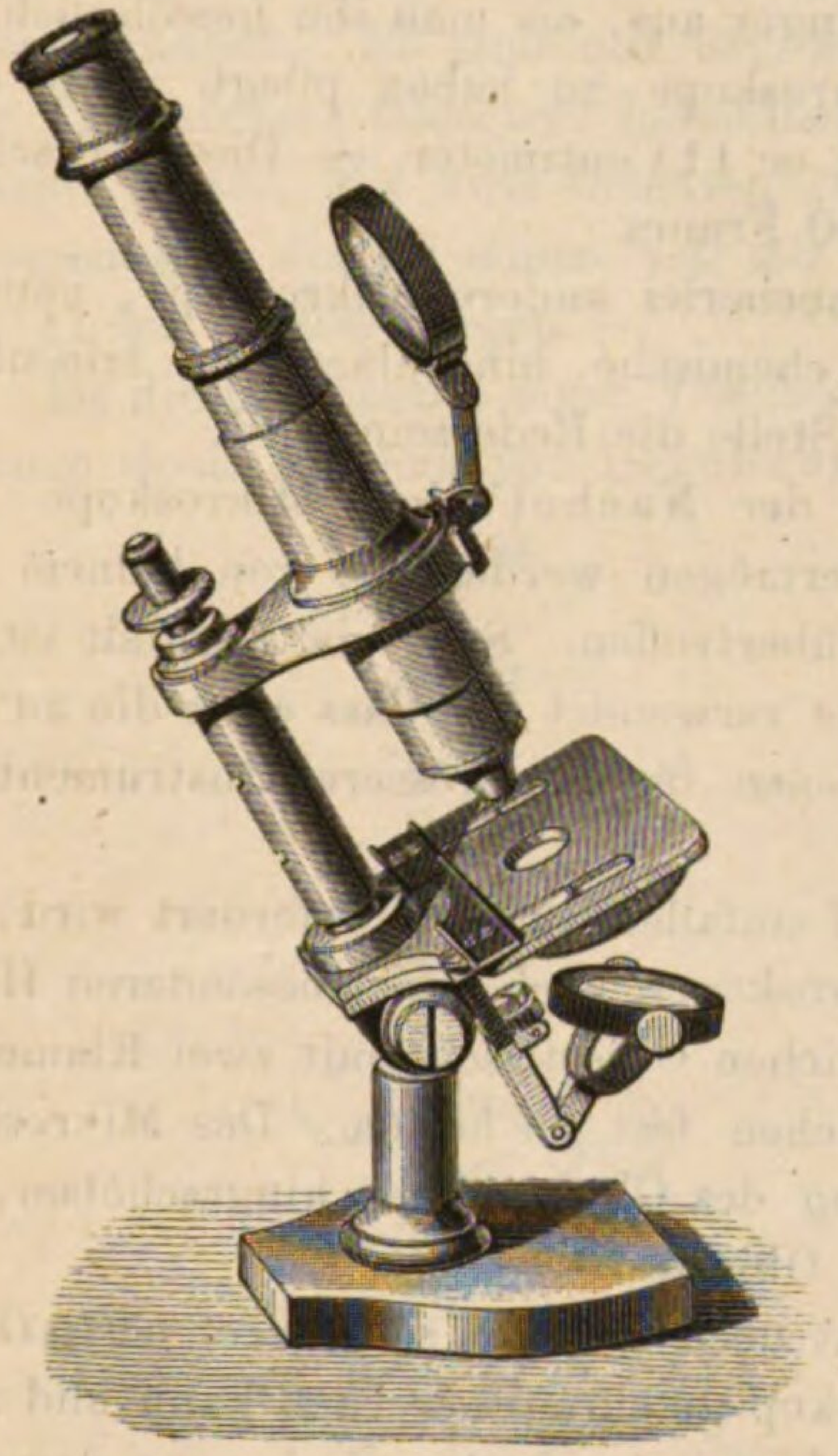
drei Oculare, einen drehbaren Objecttisch, einen vollständigen Beleuchtungsapparat, ein Ocularmikrometer, Goniometer, einen Polarisationsapparat, ein Compressorium, ein Beleuchtungsprisma, eine grosse Linse zur Beleuchtung bei auffallendem Lichte, dazu noch Scheeren, Pincetten, Messerchen, Nadeln u. s. w., so kostet es 1300 Francs. Enthält es dagegen nur sechs Objective (Nr. 0, 1, 2, 3, 5 und 7) ohne die Correctionseinrichtung, und sind noch einige Nebendinge weggelassen, die nicht zu allen Untersuchungen erfordert werden, dann beträgt der Preis nur 600 Francs.

Sehr empfehlenswerth sind die kleineren Mikroskope (Fig. 85), die ebenfalls in verschiedene Richtungen gebracht werden können. Ein solches Mikroskop kostet 190 Francs, wenn es drei Objective (Nr. 1, 3 und 5) und drei Oculare enthält, und natürlich darunter oder darüber, wenn man nur zwei oder aber mehr als drei Objective verlangt.

Noch einfachere, aber sonst ganz zweckmässig eingerichtete Mikroskope liefert Nachet um noch geringeren Preis. Ein Mikroskop z. B. mit zwei Objectiven (Nr. 1 und 3) und zwei Ocularen, das zu den meisten Untersuchungen ganz gut ausreicht, kostet nur 110 Francs. Ein kleines Mikroskop mit Trommelstativ, mit den Objectiven 1 und 3 und Einem Oculare liefert er um den geringen Preis von 70 Francs.

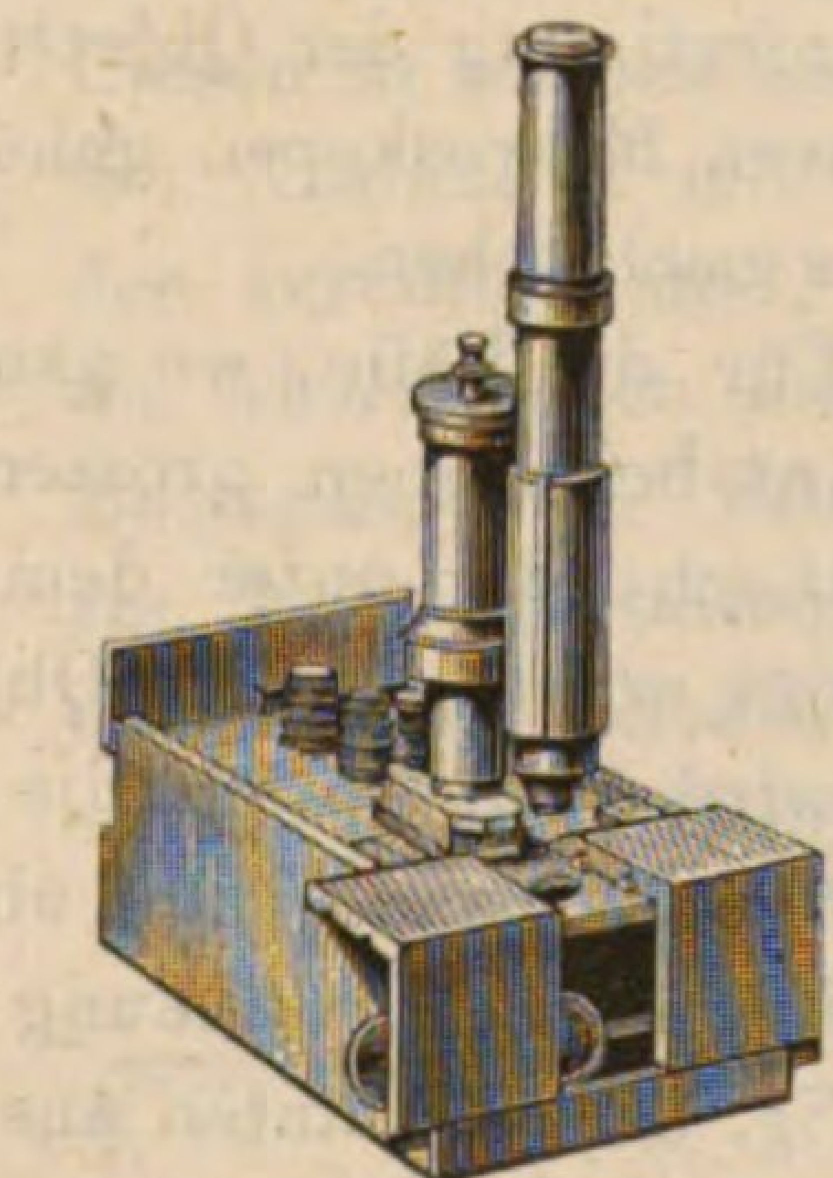
Endlich erwähne ich noch ein Taschenmikroskop, das besonders auf Reisen sehr brauchbar ist, da es in ein vergoldetes Messingkästchen von 9 Centimeter Länge und ·5 Centimeter Breite eingepackt werden kann. Das kleine Instrument, in Fig. 86 dargestellt, ist ein niedliches Miniaturmikroskop, womit man gleichwohl die meisten Untersuchungen eben so

Fig. 85.



Kleines Mikroskop von Nachet.

Fig. 86.



Nachet's Taschenmikroskop.

gut ausführen kann, wie mit einem Instrumente von gewöhnlicher Grösse. Das Rohr hat nur 7 Centimeter Länge, wenn die innere Röhre eingeschoben ist, und 10 Centimeter bei ausgezogener Röhre; sein Durchmesser beträgt nur 14 Millimeter. Wird der Deckel, an dessen Innenfläche die Objective untergebracht werden, abgehoben, dann theilt sich der vordere Theil des Kästchens in zwei Hälften, wodurch zwei Oeffnungen frei werden, eine vordere für das Hohlspiegelchen von nur 14 Millimeter Durchmesser, das aber wegen seiner kurzen Brennweite eine ganz ausreichende Beleuchtung gewährt, und eine obere, wodurch das Licht zum Objecttische geleitet wird. Letzterer ist eigentlich nichts anderes als der vorderste Theil des Kästchens selbst. Zur feinen Einstellung dient eine Mikrometerschraube, die in gleicher Weise hinten am Stative angebracht ist, wie bei Nachet's grösseren Mikroskopen. Es gehört zu diesem Mi-

kroskope ein Ocular und die drei Objective Nr. 1, 3 und 5. Ueber dem Objective befindet sich noch eine sehr schwache achromatische Linse, und das oberste Glas des Oculares ist ebenfalls eine achromatische Doppellinse. Diese Modificationen der optischen Einrichtung machten sich wegen der starken Verkürzung des Mikroskoprohres nöthig. Ungeachtet des geringen Durchmessers der beiden Gläser des Oculares fällt doch der Durchmesser des Gesichtsfeldes nicht geringer aus, als man ihn gewöhnlich bei schwachen Ocularen grösserer Mikroskope zu haben pflegt. Für eine Sehweite von 25 Centimeter beträgt er 11 Centimeter. — Dieses Taschenmikroskop verkauft Nachet um 200 Francs.

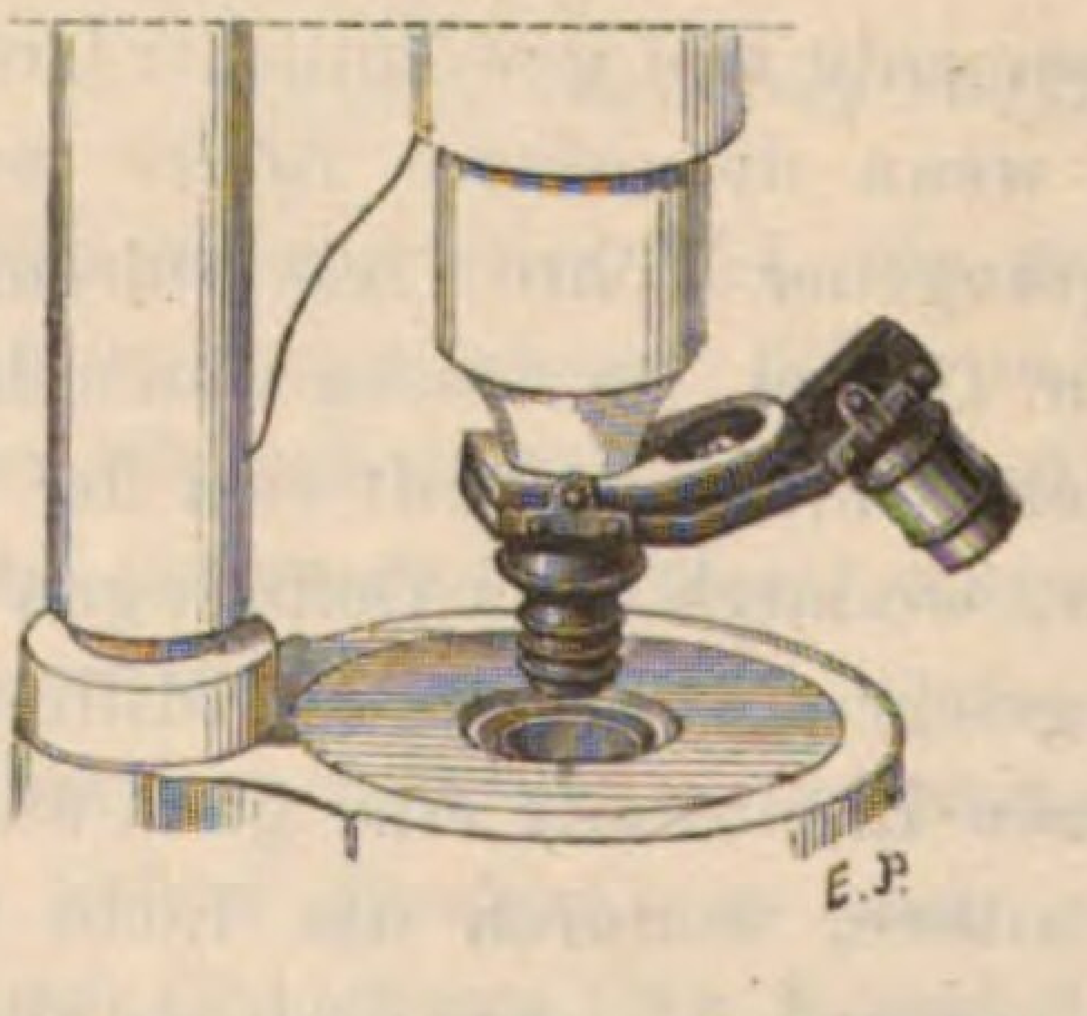
Nachet liefert auch noch mancherlei andere Mikroskope, nämlich bildumkehrende, umgekehrte oder chemische, binoculäre und trioculäre, von denen allen an der geeigneten Stelle die Rede sein wird.

Die mechanische Einrichtung der Nachet'schen Mikroskope verdient alles Lob. Im optischen Vermögen werden sie von keinem der älteren Mikroskope des Continents übertroffen. Sehr viel Sorgfalt ist auf die Anfertigung der Objectivsysteme verwendet, so dass auch die zu den kleineren Mikroskopen gehörigen jenen für die grösseren Instrumente in Nichts nachstehen.

Für die Fälle, wo ganz schief einfallendes Licht erfordert wird, hat Nachet bei seinen grösseren Mikroskopen noch einen besonderen Hülfsobjecttisch, der unter dem eigentlichen Objecttische mit zwei Klammern befestigt wird, um das Objecttäfelchen fest zu halten. Das Mikroskoprohr wird dann durch die Oeffnung des Objecttisches hingeschoben, bis das Objectiv nahe genug über dem Objecte ist.

Besondere Erwähnung verdient noch Nachet's *Revolver-porte-Objectif* (Fig. 87), das unten ans Mikroskop geschraubt werden kann und zwei Objective trägt, die sich um eine schief stehende Axe drehen, so dass eins nach dem anderen unters Mikroskoprohr kommen kann. Es kostet 25 Francs. Nach mündlicher Mittheilung verkauft Nachet im Jahre etwa 200 Mikroskope.

Fig. 87.



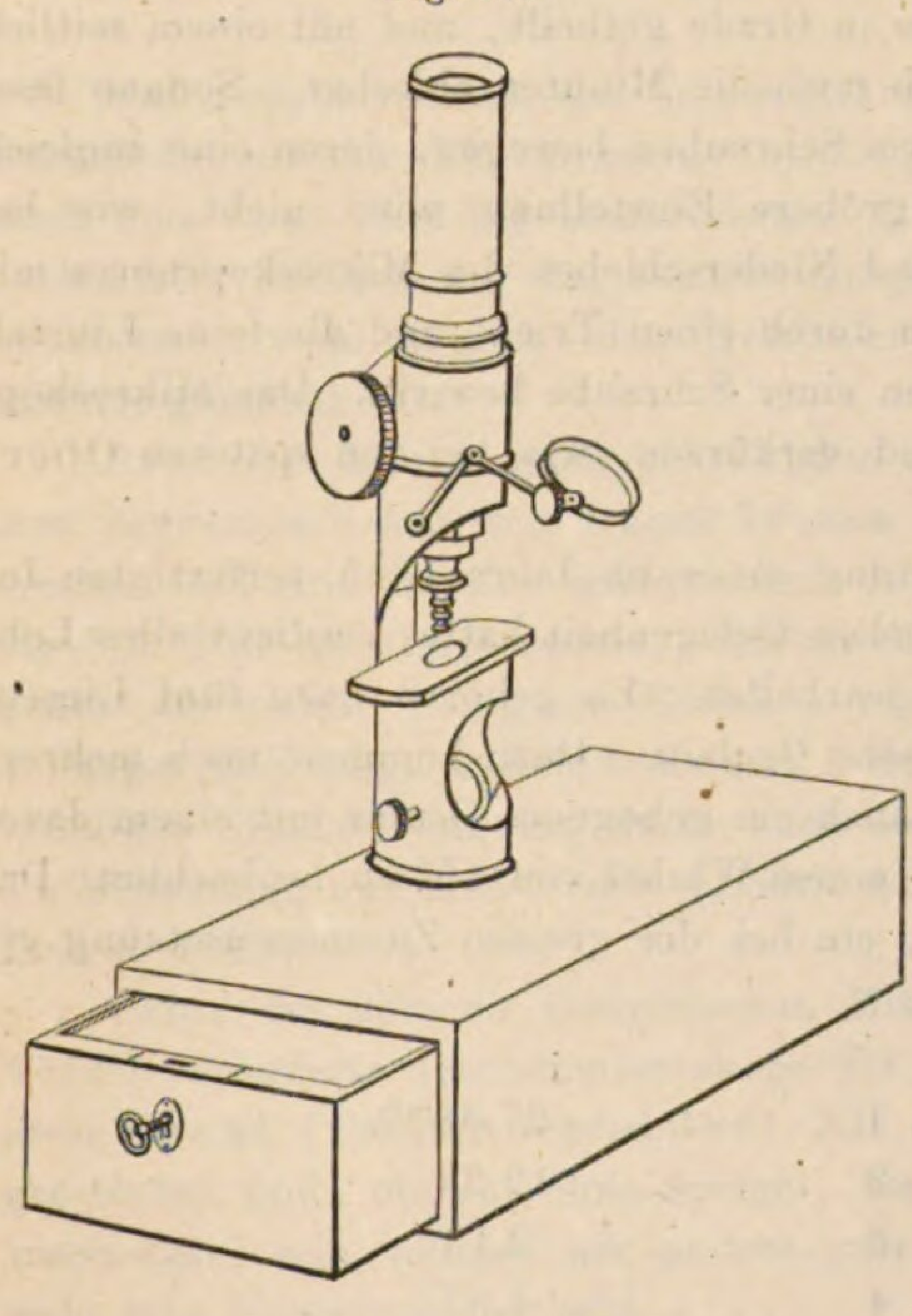
Revolver-porte-Objectif von Nachet.

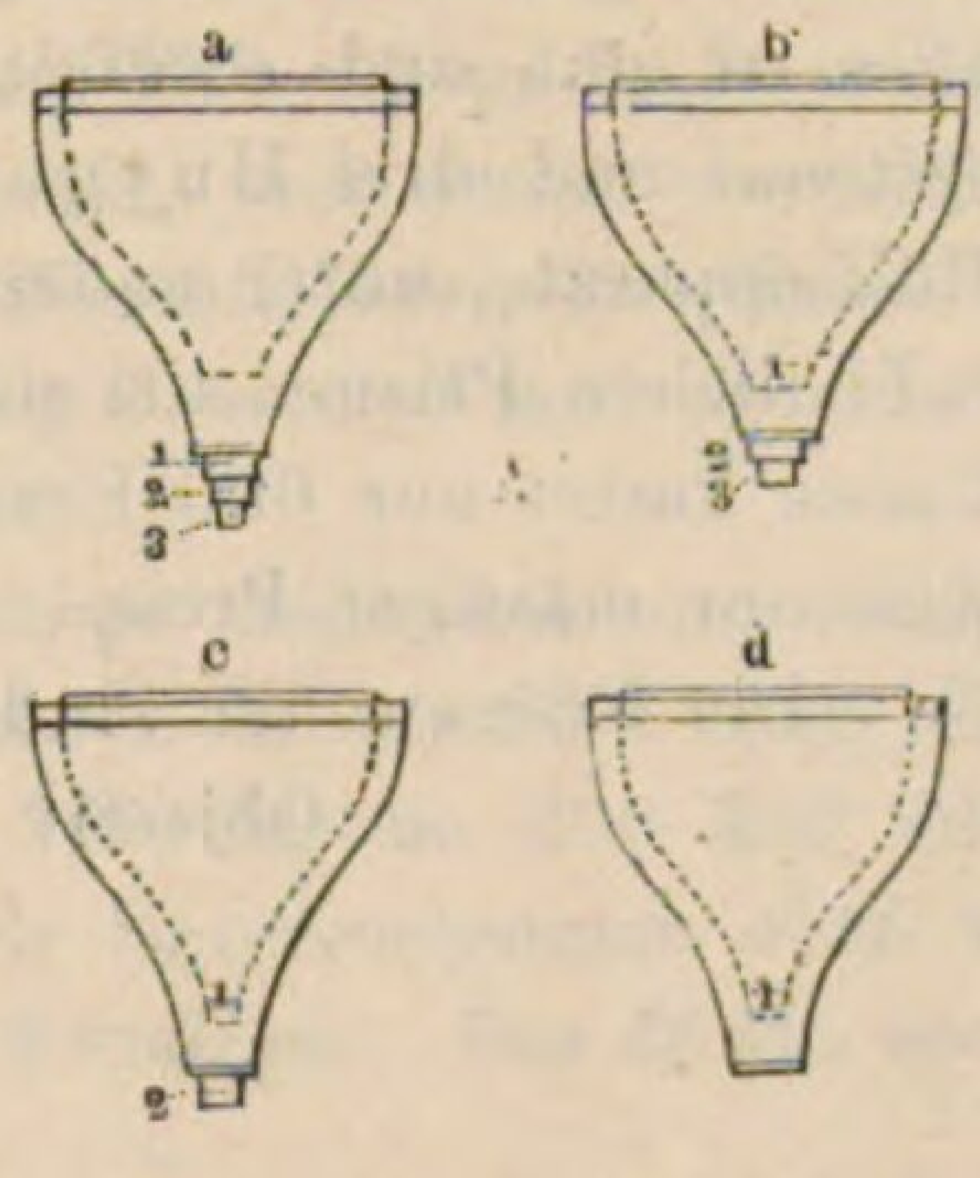
Neben diesen drei Hauptwerkstätten von Chevalier, Hartnack und Nachet giebt es in Paris noch einige andere, die nicht solchen Ruf haben, und sich auch in den letzten Jahren nur noch wenig auf Mikroskope, sondern mehr auf andere optische Instrumente verlegt zu haben scheinen. Dahin gehört N. P. Lerebours (*Place du pont neuf*). Ich bin zu wenig mit seinen Instrumenten bekannt, um mir hier ein be-

stimmtes Urtheil darüber zu erlauben. Nach seinem Preiscourant kosten die grösseren Mikroskope, je nachdem sie mehr oder weniger vollständig sind, 160 bis 400 Francs. Seit 1838 lieferte er auch kleine achromatische Mikroskope (Fig. 88), deren Objectiv eine eigenthümliche bei *A* dargestellte Zusammensetzung hat. Es besteht nämlich aus zwei Hohlkegeln, deren einer in den anderen passt. Beide haben am unteren Ende einen Schraubengang, um die Röhrchen mit den achromatischen Doppellinsen aufzuschrauben. Es sind nur drei solche Linsen, damit lassen sich aber vier verschiedene Objective herstellen auf die unter *a*, *b*, *c* und *d* angegebene Weise. Mit zwei Ocularen hat man also acht verschiedene Vergrösserungen, die bei einem von mir untersuchten Mikroskope dieser Art von 41 bis zu 406 gingen.

Ist dieser Versuch einer Vereinfachung auch an sich lobenswerth, so können doch auf dem von Lerebours eingeschlagenen Wege unmöglich so günstige Resultate erlangt werden als mit Linsensystemen, deren einzelne Linsen in solchen bestimmten Abständen mit einander vereinigt sind, wobei die Aberrationen laut vorausgegangenen Versuchen am besten verbessert werden. Auch habe ich mit einem solchen Mikroskope

Fig. 88.





Kleines Mikroskop von Lerebours.

nur die fünfte Gruppe des Nobert'schen Probetäfelchens deutlich sehen können, während mit mehreren der kleinen Mikroskope Oberhäuser's, ungeachtet der schwächeren Vergrösserung, stets die sechste und mit einigen selbst die siebente Gruppe deutlich wurde. Der Preis dieses Lere-

bours'schen Mikroskopes beträgt übrigens nur 65 bis 90 Francs, je nachdem ein Ocular oder zwei Oculare und ausserdem eine Beleuchtungslinse für auffallendes Licht beigegeben sind.

Ferner liefert Brunner in Paris (*Rue des Bernardins*, Nr. 34) zusammengesetzte Mikroskope, die in der Einrichtung und im Preise verschieden sind. Seine grösseren Instrumente haben in der mechanischen Einrichtung manches mit den Oberhäuser'schen gemein. Der trommelförmige Fuss und die kurze, weite, darauf ruhende Röhre, welche den Spiegel enthält, haben ziemlich die gleiche Form; statt der röhrenförmigen Diaphragmen Oberhäuser's findet sich aber bei Brunner eine drehbare Scheibe mit sechs Oeffnungen. Der Objecttisch ist auch kreisrund und lässt sich um seine Axe drehen; die Drehung findet aber für sich allein statt, ohne dass das Mikroskoprohr daran Theil nimmt. Diese Einrichtung ist für die Winkelmessung von Krystallen bestimmt. Deshalb ist der Rand des Objecttisches in Grade getheilt, und mit einem seitlich angebrachten Nonius sind auch noch die Minuten ablesbar. Sodann lässt sich der Objecttisch durch zwei Schrauben bewegen, deren eine zugleich als Mikrometer dient. Die gröbere Einstellung wird nicht, wie bei Oberhäuser, durchs Auf- und Niederschieben des Mikroskoprohres mit der Hand ausgeführt, sondern durch einen Trieb, und die feine Einstellung wird durch das Umdrehen einer Schraube bewirkt. Das Mikroskoprohr lässt sich verlängern und verkürzen, wie bei den späteren Oberhäuser'schen Mikroskopen.

Die mechanische Einrichtung eines im Jahre 1845 verfertigten Instrumentes, das ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, verdient alles Lob; alles ist gut und sorgfältig gearbeitet. Es gehören dazu fünf Linsensysteme und drei Huygens'sche Oculare. Dazu kommen noch mehrere Hülfsapparate, unter anderen auch ein gebogenes Ocular mit einem davor befindlichen Prisma, um unter einem Winkel von 45° zu beobachten. Das Ganze kostet nur 600 Francs, ein bei der grossen Zusammensetzung gewiss nur mässiger Preis.

Die Brennweiten sind:

Objectiv	Nr.	1	27,30mm
„	„	2	12,26
„	„	3	2,13
„	„	4	1,93
„	„	5	1,48

Mit dem Nobert'schen Probetäfelchen erhielt ich folgende Resultate:

Linsen-system.	Ocular.	Vergrösserung.	Nobert'sches Probetäfelchen.
Nr. 3	Nr. 1	302	Sechste Gruppe deutlich.
	2	377	Desgleichen.
	3	578	Desgleichen.
Nr. 4	Nr. 1	419	Desgleichen.
	2	524	Siebente Gruppe deutlich.
	3	804	Desgleichen.
Nr. 5	Nr. 1	785	Achte Gruppe deutlich.
	2	980	Desgleichen.
	3	1508	Siebente Gruppe deutlich.

Man ersieht hieraus, dass dieses Mikroskop, ungeachtet der ungemein kurzen Brennweite des stärksten Objectivs, im optischen Vermögen dennoch dem oben (S. 156) beschriebenen Oberhäuser'schen Instrumente nachsteht. Freilich war das letztere einige Jahre später gearbeitet, und es ist recht wohl möglich, dass Brunner inzwischen auch gleiche Fortschritte gemacht hat.

Brunner lieferte auch sehr kleine achromatische Mikroskope, die man bequem soll mit sich tragen können. Dazu gehören zwei Objectivsysteme und eine einzelne achromatische Linse; die Vergrösserungen gehen bis 800 Mal im Durchmesser. Die mechanische Einrichtung derselben kenne ich nicht. Das ganze Kästchen mit dem Mikroskope ist aber nur 4 Pariser Zoll lang, 2 Zoll breit und 1 Zoll hoch, und ausser den nothwendigen Stücken hat man darin auch noch Glastäfelchen, eine Scheere, ein Messerchen und eine Nadel. (*Edinb. monthly Journ. of med. Sc.* 1846. Dec. p. 418.)

Ueber die übrigen französischen Mikroskope weiss ich nur wenig. Soleil verfertigte Taschenmikroskope für nicht mehr als 35 Francs, die nach Donné (*Comptes rendus* 1841. XII, p. 388) bis zu 300 Mal vergrösserten und, obwohl ohne Spiegel, für alle Untersuchungen eben so ausreichend sein sollten, wie andere gute Mikroskope. Das dürfte aber wohl eine Uebertreibung sein.

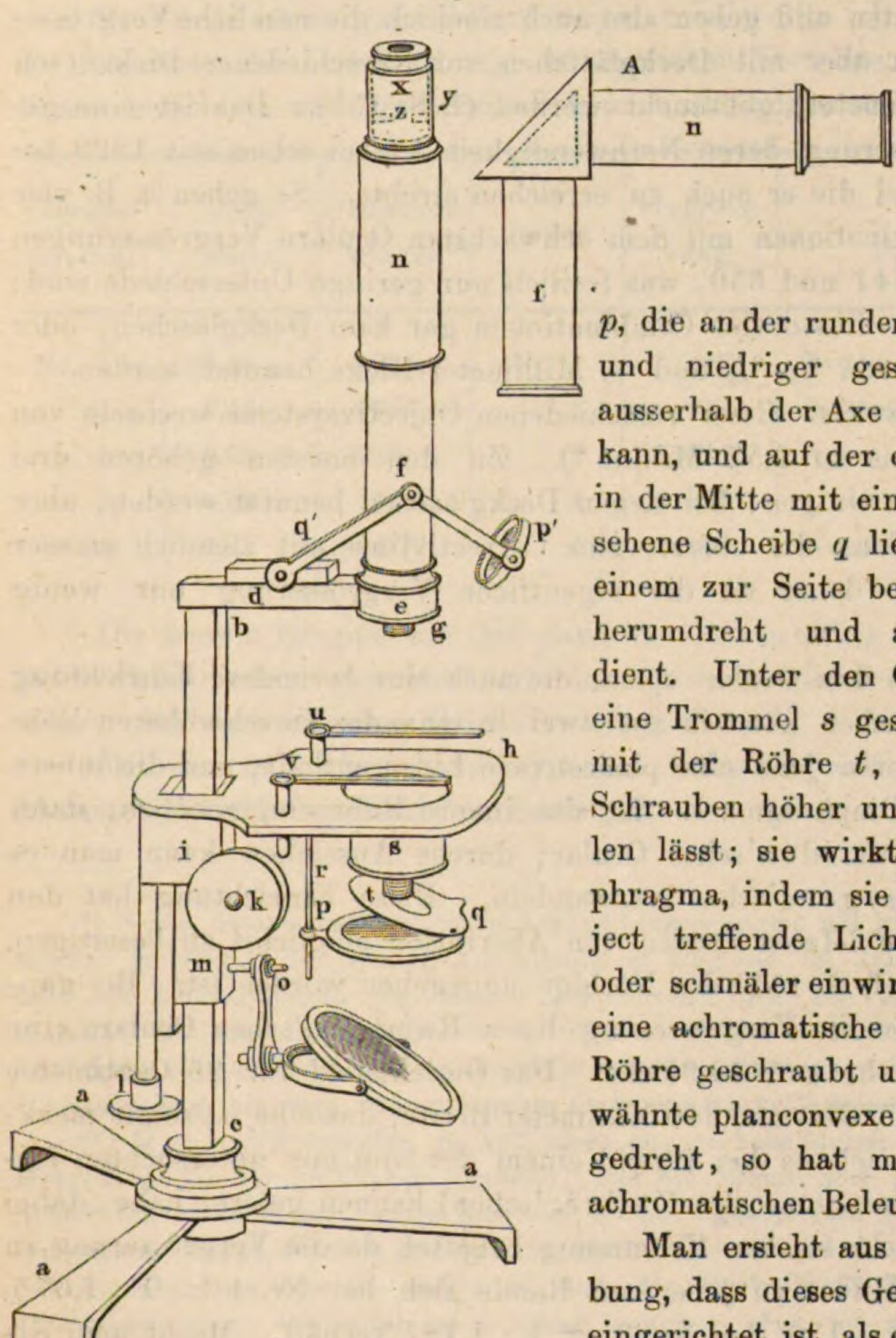
In Italien ist es besonders G. B. Amici, früher in Modena, später 58
Professor und Director des Observatoriums in Florenz, der bis zu seinem im Jahre 1862 erfolgten Tode seinen alten wohlverdienten Ruhm würdig behauptet hat. Von der optischen Wirkung eines seiner Instrumente vom Jahre 1835 habe ich schon früher (I, S. 332) ausführliche Nachricht gege-

ben. Ich will hier nur noch bemerken, dass in diesem Mikroskope, gleichwie in den früheren seit 1827 von Amici gelieferten, über dem Objective ein rechtwinkeliges gläsernes Prisma unbeweglich steht und das Mikroskoprohr deshalb eine horizontale Lage hat, dass ferner der Objecttisch durch zwei Schrauben bewegt wird, deren Knöpfe eine Eintheilung haben, um zugleich als Schraubenmikrometer zu dienen, dass der Objecttisch sich durch einen Trieb an dem Stative auf- und abbewegt, dass endlich durch sehr starke dazu gehörige Oculare die Vergrösserung bis zu 7000 Mal gesteigert werden kann, wenn gleich nach den obigen Mittheilungen die äusserste Grenze des optischen Vermögens bereits bei einer viel schwächeren Vergrösserung erreicht wird. Dieses Mikroskop kostete mit dem Zubehör nicht weniger als 1500 Francs.

Später hat Amici das Gestell seiner Mikroskope nicht blos sehr vereinfacht, sondern auch verbessert, indem er das Prisma nicht mehr als ständigen Bestandtheil in das Rohr aufnahm, und indem er dem Triebe auch noch eine Schraube zur feineren Einstellung zufügte. In der Anfertigung achromatischer Linsensysteme hat er aber solche Fortschritte gemacht, dass eines seiner Instrumente, welches ich 1849 erhielt und zwar zu 500 Francs, unter allen von mir bis dahin untersuchten Mikroskopen in optischer Beziehung sich als das vollkommenste bewährte, während es in der mechanischen Einrichtung allerdings manchen anderen nachstand. In Fig. 89 ist dieses Mikroskop abgebildet. Ein Dreifuss mit drei aus einander zu legenden Stangen *a a a* trägt eine vierseitige Stange *b c*, auf welche oben ein platter vierseitiger Arm *d* geschraubt ist, mit dem Ringe *e* am Ende. In diesen Ring passt ein zweiter, der durch eine Bajonetverbindung damit vereinigt werden kann, sich aber in dem ersten Ringe umdrehen lässt. Der obere weitere Theil dieses zweiten Ringes hat eine Mutterschraube zum Einschrauben des Mikroskoprohres *f*; der engere Theil nach unten aber geht in eine männliche Schraube aus, auf welche die Röhrchen mit den Objectivlinsen passen. Der fast vierseitige Objecttisch *h* hat eine runde Oeffnung und zwei Klemmfedern *u* und *v*, die sich höher und niedriger stellen lassen; er ist mit der Hülse *m* verbunden, die an der Stange durch einen Trieb *k* auf- und niederbewegt werden kann. Zur feinen Einstellung dient eine Schraube mit einem Knopfe *l*, wodurch das mit der vierseitigen Hülse verbundene Stück *i* langsam gehoben und herabgezogen werden kann. Das Mikroskoprohr hat zwei Hälften *f* und *n*, die sich auf einander schrauben lassen, die man aber auch einzeln benutzen kann, wenn man die Höhe des Oculares über dem Tische verkürzen will. Diese Höhe beträgt bei voller Länge des Rohres 37 Centimeter, dagegen nur 29 Centimeter, wenn es auf die Hälfte verkürzt ist. Auf Verlangen wird ein rechtwinkeliges in eine dreiseitige Röhre eingeschlossenes gläsernes Prisma dazu gegeben, welches auf die bei *A* angegebene Weise zwischen die beiden Röhren *f* und *n* einge-

schraubt wird. Der Beleuchtungsapparat besteht aus einem ebenen Spiegel, dessen Bügel an einem Querarme oder an einer Kurbel *o* sitzt, zur excentrischen Beleuchtung; ferner aus einer mit der geraden Fläche aufwärts sehenden planconvexen Linse *p*, die an der runden Stange *r* höher und niedriger gestellt und auch ausserhalb der Axe gebracht werden kann, und auf der eine geschwärzte, in der Mitte mit einer Oeffnung versehene Scheibe *q* liegt, die sich an einem zur Seite befindlichen Stifte herumdreht und als Diaphragma dient. Unter den Objecttisch kann eine Trommel *s* geschraubt werden mit der Röhre *t*, die sich durch Schrauben höher und niedriger stellen lässt; sie wirkt somit als Diaphragma, indem sie das auf das Object treffende Lichtbündel breiter oder schmäler einwirken lässt. Wird eine achromatische Linse auf diese Röhre geschraubt und die eben erwähnte planconvexe Linse zur Seite gedreht, so hat man dann einen achromatischen Beleuchtungsapparat.

Fig. 89.



Mikroskop von Amici.

Man ersieht aus dieser Beschreibung, dass dieses Gestelle so einfach eingerichtet ist, als es die Benutzung starker Objective, die eine feine Einstellung verlangen, nur irgend zulässt. Alles ist weggelassen, was mehr oder weniger als überflüssig erachtet werden kann, und zu den meisten Untersuchungen ist es auch ganz geeignet. Nur wird man in manchen Fällen einen grösseren Objecttisch wünschenswerth finden, so wie eine grössere Festigkeit des ganzen Instrumentes; auch würde das drehbare Diaphragma besser gerade unter dem Objecttische angebracht sein.

Es gehören zu diesem Mikroskope nicht weniger denn 21 achromatische Doppellinsen, die zu 13 verschiedenen Combinationen oder Systemen zusammengestellt werden können. Manche davon haben ziemlich gleiche Brennweiten und geben also auch ziemlich die nämliche Vergrösserung; sie sollen aber mit Deckplättchen von verschiedener Dicke (von $^1/_5$ bis $1^1/_2$ Millimeter) gebraucht werden (I, S. 155). Das ist eine gewichtige Verbesserung, deren Nothwendigkeit Amici schon seit 1829 begriffen hatte und die er auch zu erreichen strebte. So geben z. B. vier von jenen Combinationen mit dem schwächsten Oculare Vergrösserungen von 664, 672, 644 und 650, was freilich nur geringe Unterschiede sind; aber es soll bei diesen vier Combinationen gar kein Deckgläschen, oder aber ein solches von $^1/_5$, $^1/_4$ und $^1/_3$ Millimeter Dicke benutzt werden.

Die Brennweiten dieser verschiedenen Objectivsysteme wechseln von 36,68 Millim. bis zu 2,57 Millim. *). Zu den meisten gehören drei Doppellinsen, zu einigen, bei denen Deckgläschen benutzt werden, aber auch vier, wo dann die oberste eine Correctivlinse mit ziemlich grosser Brennweite ist, daher sie die eigentliche Vergrösserung nur wenig modificirt.

Es gehören drei Oculare dazu, die auch eine besondere Einrichtung haben. Sie bestehen nämlich aus zwei in einander verschiebbaren Röhren x und y, deren jede eine planconvexe Linse enthält, und die innere Röhre hat ein Diaphragma z. Ist das innere Rohr eingeschoben, dann hat man ein Ramsden'sches Ocular; durchs Ausziehen kann man es aber in ein Huygens'sches verwandeln. Diese Einrichtung hat den Zweck, auch die letzten Spuren von Aberration möglichst zu beseitigen, worüber früher (I, S. 151) das Nöthige angegeben worden ist. Bei ganzer Rohrlänge ist die Vergrösserung dieser Ramsden'schen Oculare eine 6,9fache, 10,7fache und 14,9fache. Das Gesichtsfeld für 25 Centimeter Sehweite hat 217, 210 und 240 Millimeter Breite; dasselbe ist somit merklich grösser, als ich es bei irgend einem der von mir untersuchten Mikroskope (mit Ausnahme des Kellner'schen) kennen gelernt habe, dabei aber mit einer sehr starken Krümmung behaftet, da die Vergrösserung in der Mitte des Feldes zu jener am Rande sich bei Nr. 1 = 1 : 1,075, bei Nr. 2 = 1 : 1,136, bei Nr. 3 = 1 : 1,187 verhält. Macht man die

*) Amici hatte übrigens schon damals stärkere Objectivsysteme verfertigt. Mohl (*Mikrographie*, S. 16), dessen Methode zur Bestimmung der Brennweite ich übrigens für nicht so genau erachte als die meinige, weil sie nicht so direct ist, giebt an, das stärkste Objectivsystem seines Amici'schen Mikroskopes habe 0,86‴, d. h. also 1,9 Millimeter Brennweite. In der Beschreibung dieses Mikroskopes, in den *Annalen der Chemie und Physik* 1844. XII, S. 117 heisst es, das stärkste System habe eine Brennweite von $^1/_2$ Millimeter. Damit ist ohne Zweifel die Entfernung der untersten Linse des Objectivs von dem Objecte gemeint und nicht die Brennweite der äquivalenten Linse.

Entfernung zwischen den beiden Augengläsern grösser, so lässt sich zwar ein ganz gerades Gesichtsfeld herstellen, aber natürlich auf Kosten der Vergrösserung und der Ausbreitung des Gesichtsfeldes.

Es würde etwas ganz Ueberflüssiges sein, wollte ich vollständig über die Resultate der Untersuchung des optischen Vermögens aller Combinationen berichten, und beschränke ich mich auf folgende:

Objectiv-system.	Brenn-weite.	Oeffnungs-winkel.	Ocular.	Vergrösse-rung.	Nobert's Probetäfelchen.
Nr. 1 b.	26,15mm	26°	Nr. 1	96	Zweite Gruppe deutlich.
2	7,45	67°	1	217	Siebente „ „
4	8,69	73°	2	310	Achte „ „
6	4,00	70°	1	423	Desgleichen.
11	2,67	94°*)	1	650	Neunte Gruppe deutlich.

Die neunte Gruppe war bei passender Beleuchtung so deutlich, dass jeder Strich scharf gesondert erschien, ja selbst in der zehnten Gruppe liessen sich noch einzelne Striche unterscheiden **).

Mit den nämlichen Linsensystemen habe ich auch die Grössen der kleinsten dioptrischen Bildchen bestimmt.

*) Schon damals hatte übrigens Amici Linsensysteme mit grösserem Oeffnungswinkel gefertigt. Bei seinem Aufenthalte in England im Jahre 1844 zeigte er dort ein Objectivsystem vor, dessen planconvexe Linse aus borkieselsaurem Blei bestand, das eine Brennweite von 3,6 Millimeter und einen Oeffnungswinkel von 112° hatte (Quekett l. l. p. 430). Wir werden später sehen, dass er weiterhin Linsensysteme mit noch weit grösserem Oeffnungswinkel hergestellt hat.

**) Mohl (*Mikrographie*, S. 127) giebt an, er habe durch sein Amici'sches Mikroskop die neunte Gruppe deutlich, und die zehnte noch gestrichelt gesehen. Später sah er an einem andern ihm von Nobert geschickten Probetäfelchen auch die zehnte Gruppe deutlich (Schuhmacher's *Astronom. Nachr.* 1849. Ergänzungsheft S. 94). Dies beweist aber nur, dass das zweite Probetäfelchen vom ersten verschieden war. Mir selbst ist es später begegnet, dass ich mit dem nämlichen Mikroskope bei sehr schief einfallendem Lichte auf einem Nobert'schen Probetäfelchen mit zwanzig Gruppen die siebenzehnte noch deutlich sehen konnte.

Linsen-system.	Ocular.	Vergrösse-rung.	Kugelförmige Objecte.	Fadenförmige Objecte.	Drähte eines Drahtnetzes.	Maschen dieses Drahtnetzes.
Nr. 1	Nr. 1	96	0,662^{mmm} $\frac{1}{1510}$ mm	0,0771^{mmm} $\frac{1}{12900}$ mm	0,500^{mmm} $\frac{1}{2000}$ mm	0,821^{mmm} $\frac{1}{1210}$ mm
	2	149	0,564^{mmm} $\frac{1}{1770}$ mm	0,0600^{mmm} $\frac{1}{16600}$ mm	0,370^{mmm} $\frac{1}{2700}$ mm	0,607^{mmm} $\frac{1}{1640}$ mm
	3	197	0,533^{mmm} $\frac{1}{1880}$ mm	0,0579^{mmm} $\frac{1}{17400}$ mm	0,394^{mmm} $\frac{1}{2500}$ mm	0,646^{mmm} $\frac{1}{1550}$ mm
Nr. 2	1	217	0,438^{mmm} $\frac{1}{2290}$ mm	0,0486^{mmm} $\frac{1}{20680}$ mm	0,239^{mmm} $\frac{1}{4190}$ mm	0,392^{mmm} $\frac{1}{2560}$ mm
	2	336	0,408^{mmm} $\frac{1}{2560}$ mm	0,0490^{mmm} $\frac{1}{20400}$ mm	0,240^{mmm} $\frac{1}{4170}$ mm	0,394^{mmm} $\frac{1}{2530}$ mm
	3	468	0,395^{mmm} $\frac{1}{2660}$ mm	0,0460^{mmm} $\frac{1}{21800}$ mm	0,240^{mmm} $\frac{1}{4170}$ mm	0,394^{mmm} $\frac{1}{2530}$ mm
Nr. 6	1	423	0,235^{mmm} $\frac{1}{4260}$ mm	0,0299^{mmm} $\frac{1}{33400}$ mm	0,211^{mmm} $\frac{1}{4740}$ mm	0,345^{mmm} $\frac{1}{2900}$ mm
	2	656	0,251^{mmm} $\frac{1}{3990}$ mm	0,0333^{mmm} $\frac{1}{30000}$ mm	0,227^{mmm} $\frac{1}{4400}$ mm	0,372^{mmm} $\frac{1}{2660}$ mm
	3	912	0,254^{mmm} $\frac{1}{3940}$ mm	0,0333^{mmm} $\frac{1}{30000}$ mm	0,225^{mmm} $\frac{1}{4440}$ mm	0,370^{mmm} $\frac{1}{2700}$ mm
Nr. 11	1	650	0,209^{mmm} $\frac{1}{4790}$ mm	0,0242^{mmm} $\frac{1}{41300}$ mm	0,163^{mmm} $\frac{1}{6140}$ mm	0,267^{mmm} $\frac{1}{3750}$ mm
	2	1008	0,215^{mmm} $\frac{1}{4650}$ mm	0,0246^{mmm} $\frac{1}{40700}$ mm	0,167^{mmm} $\frac{1}{6000}$ mm	0,274^{mmm} $\frac{1}{3650}$ mm
	3	1402	0,225^{mmm} $\frac{1}{4440}$ mm	0,0249^{mmm} $\frac{1}{40200}$ mm	0,183^{mmm} $\frac{1}{5460}$ mm	0,302^{mmm} $\frac{1}{3310}$ mm

Man ersieht sogleich aus dieser Tabelle, dass das optische Vermögen der beiden stärksten Systeme bereits mit dem ersten Oculare die höchste Stufe erreicht hat, während es bei den schwächeren Systemen durch die Oculare noch erhöht wird.

Belehrend ist die Vergleichung mit anderen, etwa gleichzeitig verfertigten Mikroskopen, z. B. mit dem Oberhäuser'schen (S. 156). Man überzeugt sich aus den beiderlei Tabellen, dass beide Instrumente im Allgemeinen ungefähr gleiches optisches Vermögen besitzen, dass aber mit dem Oberhäuser'schen Mikroskope noch etwas kleinere kugelförmige

und fadenförmige Objecte gesehen werden können, als mit dem Amici'schen, während dagegen das letztere den Vorzug verdient, wenn es darauf ankommt, Objecte von einander zu unterscheiden, die nur wenig von einander entfernt sind.

Um aber die Leistung der beiden Optiker zu beurtheilen, muss eigentlich noch ein ganz anderer Maassstab angelegt werden. Es genügt nämlich nicht, die gleichen Vergrösserungen unter einander zu vergleichen, sondern es müssen auch diese Vergrösserungen, sollen sie zur Vergleichung sich eignen, das Product der nämlichen Factoren sein, d. h. die Brennweiten der Objective und die Vergrösserung der Oculare müssen einander etwa gleich sein.

Oberhäuser's Objectiv Nr. 9 mit 1,7 Millim. Brennweite ist daher nicht zu vergleichen mit dem stärksten Amici'schen Objectivsysteme, welches 2,67 Millim. Brennweite hat; vielmehr steht dem letzteren Oberhäuser's Nr. 8 mit 2,5 Millim. Brennweite am nächsten. Das Gleiche gilt aber auch von den Ocularen: das schwächste Amici'sche entspricht ungefähr dem Oculare Nr. 4 des Oberhäuser'schen Mikroskopes.

Wird bei der Vergleichung der mit beiden Mikroskopen erlangten Resultate hierauf die gebührende Rücksicht genommen, so offenbart sich eine grössere Tüchtigkeit der Amici'schen Linsensysteme, namentlich in Betreff des Unterscheidungsvermögens: hierin verhält sich Nr. 11 von Amici zu Nr. 8 von Oberhäuser etwa wie 3 : 2. Bei schwächeren Vergrösserungen tritt dies vielleicht noch bestimmter hervor, da mit einem Amici'schen Objective von 8,7 Millim. Brennweite die Striche der achten Gruppe des Nobert'schen Probetäfelchens bereits ganz deutlich erkannt werden, wozu schon ein Oberhäuser'sches Objectiv von 2,5 Millim. Brennweite erforderlich ist. Das erwähnte Amici'sche Objectiv besitzt aber auch den für diese Brennweite sehr ansehnlichen Oeffnungswinkel von 73°.

Das stärkere Unterscheidungsvermögen der Amici'schen Objective beruht allein in der auffallend grösseren Oeffnung, die er schon damals seinen Linsensystemen gab. Weiterhin hat aber Amici seine Objectivsysteme noch mehr verbessert, wie aus einem Berichte ersichtlich ist, den er einem für Achille Brachet in Paris bestimmten Mikroskope beigab, welchen der Letztere in einem übrigens ganz sonderbar verfassten Schriftchen (*Simples préliminaires sur le commentaire de la notice du meilleur Microscope dioptrique composé achromatique du professeur Amici.* Paris, 1856) hat abdrucken lassen. Nach diesem Berichte hat:

Nr. 1 . .	22,82mm	Brennweite und	26°	Oeffnungswinkel.
2 . .	8,47mm	„ „	37°	„
3 . .	4,27mm	„ „	70°	„
4 . .	3,92mm	„ „	57°	„
5 . .	3,50mm	„ „	77°	„
6 . .	1,74mm	„ „	160°	„

Man ersieht hieraus, dass es Amici späterhin gelungen ist, seinen stärksten Systemen auch einen viel grösseren Oeffnungswinkel zu verschaffen. Dabei bleibt die unterste Linse des stärksten Objectives doch noch 0,4 Millim. vom Objecte entfernt, eine ungewöhnlich grosse Entfernung für ein System von nur 1,74 Millim. Brennweite und von 160° Oeffnung.

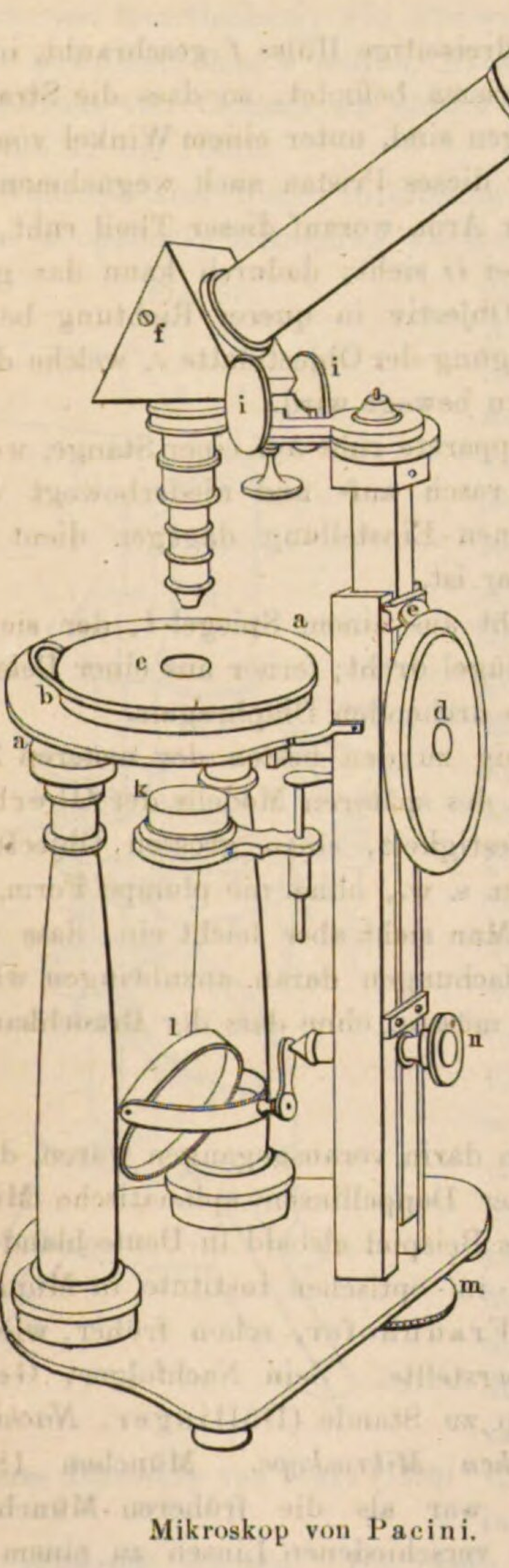
Es sind ferner für dieses Objectiv sechs verschiedene Glassorten verwendet, deren jede ein anderes Brechungs- und Dispersionsvermögen besitzt. Dadurch ist es möglich geworden, die verschiedenen Strahlen des Spectrums in weit vollkommnerer Weise zu vereinigen, als wenn nur zwei Glassorten genommen werden, wo dann stets das sogenannte secundäre Spectrum übrig bleibt. Nach Amici selbst lassen sich dadurch (wohl bei schiefer Beleuchtung) noch Strichelchen unterscheiden, die $^1/_{6000}$ Linie ($^1/_{2664}$ Millim. = zwanzigste Gruppe des Nobert'schen Probetäfelchens) von einander abstehen.

Amici war auch der Erste, der die Immersion der Objective beim zusammengesetzten Mikroskope auf richtige Weise in Anwendung brachte. Zwar hatte Brewster (*New Instruments*, p. 401) bereits viele Jahre früher, selbst noch bevor man achromatische Linsen herzustellen vermochte, zu Objectiven eine einzelne biconvexe Linse mit weit stärkerer Krümmung der oberen Fläche vorgeschlagen, und diese sollten in ein das Licht stark brechendes Oel, wie Anisöl, Sassafrasöl und dergleichen tauchen. Offenbar hätte ein derartiges Verfahren nur für einige wenige Fälle in Betracht kommen können. Amici erkannte den Werth solcher stark brechenden Flüssigkeiten, er verfertigte aber Objective, die in Wasser tauchen sollten, und zwar schon im Jahre 1850, wenn nicht noch früher; wenigstens hat ein Mikroskop, welches mein College Donders im genannten Jahre von Amici erhielt, bereits diese nutzbare Immersionseinrichtung.

Amici's Mikroskop ist noch durch eine Besonderheit ausgezeichnet, die ich nicht mit Stillschweigen übergehen darf. Wie gesagt, steckt das Mikroskoprohr in einem Ringe; es lässt sich um seine Axe und somit auch um die Axe aller Objective und Oculare drehen, und diese Einrichtung hat zuverlässig ihren Nutzen. Bei schwer erkennbaren gestrichelten Probeobjecten, ebenso beim Betrachten der Striche am Nobert'schen Probetäfelchen kann man sich davon überzeugen, dass das Bild bei manchen Stellungen des Rohrs weniger scharf hervortritt, als nachdem man letzteres um einen gewissen Winkel umgedreht hat. Eine Erklärung davon ist aber schwer zu geben. Amici selbst sucht sie in der Aber-

ration des Auges, die bei einer bestimmten Stellung des Rohres eine entgegengesetzte Aberration des Mikroskopes aufheben soll. Diese Erklärung kommt mir aber weniger annehmbar vor, als die Mohl'sche (*Mikrographie* S. 177). Mohl denkt nämlich an eine nicht ganz genaue Centrirung der Linsen und sucht den Nutzen der Umdrehung darin, dass dadurch jener Theil des Objectives, worin die Aberration am schwächsten ist, rechtwinkelig zu den zu beobachtenden Strichelchen zu stehen kommt. Wahrscheinlich hat man hierbei an etwas Aehnliches zu denken, wie an die Verbesserung des Astigmatismus des menschlichen Auges durch eine Brille mit sphärisch-cylindrischen Gläsern, welche schon vor vielen Jahren von Airy empfohlen wurden.

Fig. 90.



Mikroskop von Pacini.

Vor mehreren Jahren hat Professor F. Pacini in Pisa ein Mikroskopgestell beschrieben (*Nuovi Annali delle Sc. naturali di Bologna*. Nov. 1845), welches nicht nur zierlich geformt, sondern auch bequem zu gebrauchen ist (Fig. 90). Auf zwei runden Säulen ruht unbeweglich der Objecttisch *a a*. Auf demselben befindet sich die bewegliche runde Platte *c* mit einer Oeffnung in

der Mitte, welche einer grösseren Oeffnung in dem Objecttische selbst entspricht. Um als Goniometer zu dienen, hat diese Platte einen in 360 Grade getheilten Rand, und sie dreht sich auf der Scheibe *b* um ihre Axe; letztere aber kann abwechselnd vor- und rückwärts bewegt werden durch eine Mikrometerschraube, deren breiter Knopf sich in *d* befindet. Dieser Knopf ist in 100 Theile getheilt, und durch einen Nonius *e* liest man die Zehntel ab.

Das Mikroskoprohr ist an die dreiseitige Hülse *f* geschraubt, in der sich ein gleichseitiges dreieckiges Prisma befindet, so dass die Strahlen, wenn sie durch das Objectiv gegangen sind, unter einem Winkel von 30° reflectirt werden. Man kann aber dieses Prisma auch wegnehmen und das Mikroskop vertical stellen. Der Arm, worauf dieser Theil ruht, hat eine Schraube, deren Knöpfe man bei *ii* sieht; dadurch kann das ganze Mikroskoprohr nebst Prisma und Objectiv in querer Richtung bewegt werden, also rechtwinkelig zur Bewegung der Objectplatte *c*, welche durch die Schraube *d* von hinten nach vorn bewegt wird.

Der Arm mit dem optischen Apparate ruht auf einer Stange, welche durchs Umdrehen des Knopfes *n* rasch auf- und niederbewegt wird. Der langsamen Bewegung und feinen Einstellung dagegen dient eine Schraube, deren Knopf bei *m* sichtbar ist.

Der Beleuchtungsapparat besteht aus einem Spiegel *l*, der sich in einem an einer Kurbel befestigten Bügel dreht; ferner aus einer Beleuchtungslinse *k* mit einem darüber sich drehenden Diaphragma.

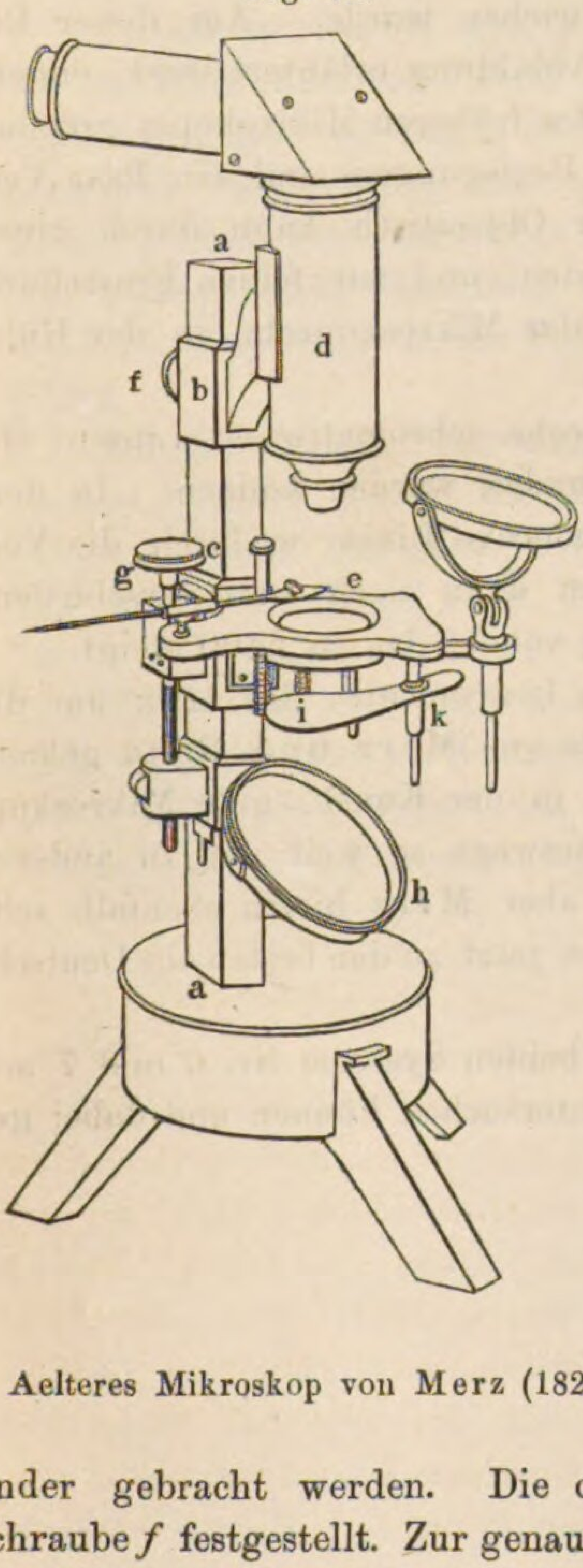
Dieses Gestell gehört zuverlässig zu den besten der neueren Zeit; es besitzt alle guten Eigenschaften des späteren Modells der Oberhäuser'schen Mikroskope, nämlich Festigkeit, einen grossen Objecttisch, Platz für den Beleuchtungsapparat u. s. w., ohne die plumpe Form, wodurch das letztere entstellt wird. Man sieht aber leicht ein, dass noch mehrere Veränderungen und Vereinfachungen daran anzubringen wären, wodurch dasselbe wohlfeiler werden müsste, ohne dass der Brauchbarkeit Abbruch geschähe.

59 Nachdem Frankreich und Italien darin vorausgegangen waren, durch Vereinigung mehrerer achromatischer Doppellinsen aplanatische Mikroskope herzustellen, nahm man dieses Beispiel alsbald in Deutschland auf, und zwar, wie zu erwarten, zuerst im optischen Institute in München, dessen Gründer, der ausgezeichnete Fraunhofer, schon früher, wie wir sahen, achromatische Mikroskope herstellte. Sein Nachfolger, Georg Merz, brachte 1829 ein Mikroskop zu Stande (Döllinger, *Nachricht von einem verbesserten aplanatischen Mikroskope.* München 1829), welches ohne Zweifel viel besser war als die früheren Münchener Instrumente, und bei dem auch die verschiedenen Linsen zu einem zusammengesetzten Objective vereinigt werden konnten. Hierzu benutzte

er zuvörderst die vier achromatischen Linsen, die bis dahin zum Fraunhofer'schen Mikroskope gehörten, und deren stärkste eine Brennweite von 16 Millim. hatte; nur fügte er noch eine fünfte mit 12 Millim. Brennweite hinzu. Es scheinen aber noch lauter biconvexe Linsen gewesen zu sein, und sie standen somit gegen die in Paris und Modena verfertigten zurück. Ihre Helligkeit und Schärfe wurden übrigens damals von competenten Beurtheilern, wie Brown (*Philos. Transact.* 1830, p. 118) und in Schuhmacher's *Astron. Nachrichten*, IX, S. 110 sehr gerühmt. Es gehörten vier Oculare zu diesem Mikroskope. Seine Vergrösserung ging von 12 bis 1000.

Während aber dieses Mikroskop (Fig. 91) wegen der biconvexen Linsen in optischer Beziehung wahrscheinlich jenen nachstand, die aus den Werkstätten von Chevalier und Amici kamen, fand sich an demselben eine andere wesentliche Verbesserung, die späterhin bei vielen Mikroskopen beibehalten wurde. Merz erkannte nämlich, dass durch das reflectirende gläserne Prisma, welches Amici in sein horizontales Mikroskop brachte, immer etwas Licht verloren geht, und deshalb gab er seinem Mikroskoprohre die Einrichtung, dass das Prisma zwar eingeschoben war, aber nach Willkür auch wieder weggenommen werden konnte, wo dann das ganze Rohr vertical stand. So wurden die Vortheile des Prisma gewahrt, seine Nachtheile aber beseitigt. Uebrigens war die mechanische Einrichtung dieses Mikroskopes eben so einfach als zweckmässig. Eine vierseitige Stange *aa* ruht auf einem festen Dreifusse. Diese Stange ist aus Stahl, alles Uebrige dagegen aus Messing. Zwei vierseitige Hülsen *b* und *c* schieben sich an dieser Stange auf und nieder: *b* trägt das Mikroskoprohr *d*, *c* hingegen den Objecttisch *e*, und so können diese beiden in die gehörige Entfernung von einander gebracht werden. Die obere Hülse wird durch die Klemmschraube *f* festgestellt. Zur genauen Einstellung dient die feine Schraube *g*,

Fig. 91.



Aelteres Mikroskop von Merz (1829)

wodurch der Objecttisch langsam auf- und abwärts bewegt wird. Zum Beleuchtungsapparate gehört ein Spiegel *h* mit concaver und gerader Fläche, sowie ein Diaphragma *i*, das sich um den Stift *k* dreht und an diesem sich höher und niedriger stellen lässt.

In den folgenden Jahren scheint das optische Institut nur wenige Mikroskope geliefert zu haben; wenigstens geschieht ihrer Benutzung nur selten Erwähnung. Dies mag wohl dem Umstande zuzuschreiben sein, dass viele und grosse Teleskope daselbst verfertigt wurden, wodurch das Mikroskop mehr in den Hintergrund kam. Im Jahre 1843 bestellte aber der Herzog von Leuchtenberg bei den damaligen Inhabern des Instituts, Merz und Mahler, ein möglichst vollkommenes Mikroskop, welches von Merz und dessen Sohne Sigismund gefertigt und von einem anderen Sohne Ludwig Merz (*Die neueren Verbesserungen am Mikroskope* u. s. w. München 1844) beschrieben wurde. Aus dieser Beschreibung, die indessen durch keine Abbildung erläutert wird, ersieht man, dass die mechanische Einrichtung des früheren Mikroskopes grossentheils beibehalten wurde. Nur in den Bewegungen sind ein Paar Verbesserungen vorgenommen worden: der Objecttisch kann durch einen Trieb höher und niedriger gestellt werden, und zur feinen Einstellung dient Mahler's Kugelschraube, womit das Mikroskoprohr in der Hülse in die Stange greift.

Der optische Theil besteht aus sechs achromatischen Linsen, die unter einander zu fünf Systemen verbunden werden können. In dem Rohre befindet sich eine achromatische concave Linse, wodurch die Vergrösserung verstärkt wird. Es gehören dann noch fünf verschiedene Oculare dazu, so dass die Vergrösserung von 12 bis zu 2400 steigt.

Darf ich nach einem der kleineren Instrumente, das etwa um die nämliche Zeit aus dem optischen Institute von Merz und Sohn gekommen ist, urtheilen, so war man daselbst in der Kunst, gute Mikroskopobjective herzustellen, damals noch keineswegs so weit wie in anderen Werkstätten. Seit einigen Jahren ist aber Merz hierin ebenfalls sehr vorgeschritten, und seine Objective zählen jetzt zu den besten aus Deutschland.

Schon im Jahre 1860 habe ich die beiden Systeme Nr. 6 und 7 mit Correctionseinrichtung etwas genauer untersuchen können und dabei gefunden:

	Oeffnungswinkel	Nutzbarer Theil des Oeffnungswinkels.	Brennweite.
Nr. 6. Grösste Annäherung der vordersten Linse	90°	81°	3,45mm
„ Grösster Abstand der vordersten Linse	68	68	3,84 „
Nr. 7. Grösste Annäherung der vordersten Linse	101	90	2,48 „
„ Grösster Abstand der vordersten Linse	66	62	2,61 „

Sonach zeichneten sich diese Systeme vortheilhaft dadurch aus, dass der wirklich nutzbare Theil des Oeffnungswinkels dem vollständigen Oeffnungswinkel nur wenig nachsteht. Mit der stärkeren Nr. 7 war bei centrischer Beleuchtung mit parallelen Strahlen die 9. Gruppe eines Nobert'schen Probetäfelchens deutlich, und bei centrischer Beleuchtung mit divergirenden Strahlen, als nämlich ein Linsensystem von etwa 8 Millim. Brennweite in die Bahn der Strahlen kam, wurde die 11. Gruppe gelöst.

Bei den neueren Mikroskopen befolgt Merz das Verfahren der englischen Optiker, dass er die Objective nach den Brennweiten der äquivalenten Linsen bestimmt. Während aber eine Prüfung der englischen Objective in der Regel lehrt, dass die nominale Brennweite etwas grösser ist als die wahre, verhält es sich gerade umgekehrt bei den Objectiven von Merz, und das darf man bei ihrer Prüfung und Vergleichung mit anderen Objectiven nicht ausser Acht lassen. Bei einem Mikroskope vom Jahre 1865 mit 7 Objectiven, von denen die beiden stärksten mit Correctionseinrichtung versehen sind, erhielt ich folgende Resultate:

	Nominale Brennweite.		Wirkliche Brennweite.	Nobert'sches Probetäfelchen mit 30 Gruppen bei centrischer Beleuchtung.
Nr. 1	1″		53,6mm	
„ 2	1/3		16,7 „	4. Gruppe deutlich
„ 3	1/6		9,2 „	6. „ „
„ 4	1/9		5,9 „	10. „ „
„ 5	1/12		3,5 „	10. „ „
„ 6	1/15	bei stärkster Linsennäherung	2,4 „	11. „ „
		bei grösstem Linsenabstande	3,5 „	
„ 7	1/18	bei stärkster Linsennäherung	1,8 „	13. „ „
		bei grösstem Linsenabstande	2,9 „	

Nr. 7 ist ein Immersionssystem. Die Vergrösserungen der fünf zugehörigen Oculare verhalten sich wie 1, 1,5, 1,7, 2,2 und 3,8 zu einander.

Merz hat noch zwei stärkere Systeme von 1/21″ und 1/24″ nominaler Brennweite, die ich nicht kenne; aber wahrscheinlich ist auch bei diesen die wirkliche Brennweite eine grössere. Max Schultze (*Arch. f. mikrosk. Anat.* I, S. 306) unterschied mit dem letztgenannten Systeme bei centrischer Beleuchtung die 9. Gruppe eines neuen Nobert'schen Täfelchens mit 19 Gruppen. Ich stelle aber die einander entsprechenden Gruppen der Täfelchen mit 19 und mit 30 Gruppen neben einander, nebst den durch Max Schultze mit jenen Objectiven erlangten Prüfungsresultaten:

	Täfelchen mit 19 Gruppen.	Täfelchen mit 30 Gruppen.
System 1/12″	7. Gruppe deutlich	= 11. Gruppe
„ 1/15″, Immersionssystem	8. „ „	= 13. „
„ 1/15″, ohne Immersion	8. „ „	= 13. „
„ 1/24″, Immersionssystem	9. „ „	= 15. „

Den Mikroskopen von Merz wird auch durch Frey (*Arch. f. mikroskop. Anat.*, I, S. 446) grosses Lob gezollt.

Nach dem letzten Preiscourante hat Merz für seine Objective folgende Preise:

Brennweite der äquivalenten Linse.	Oeffnungswinkel.	Preis.
1″, $1/2$″ und $1/3$″	20^0 — 60^0	14 Gulden = 8 Thlr.
$1/6$″	100^0	21 „ = 12 „
$1/9$″, $1/12$″	120^0	28 „ = 16 „
$1/15$″, $1/18$″	140^0 — 150^0	42 „ = 24 „
Dieselben zur Immersion		56 „ = 32 „
$1/21$″, $1/24$″	160^0 — 170^0	70 „ = 40 „
Dieselben zur Immersion		98 „ = 56 „

Correctionsfassungen erhöhen die Preise um je 14 Gulden oder 8 Thaler.

Die Oculare kosten $5^1/_4$ Gulden oder 3 Thlr.

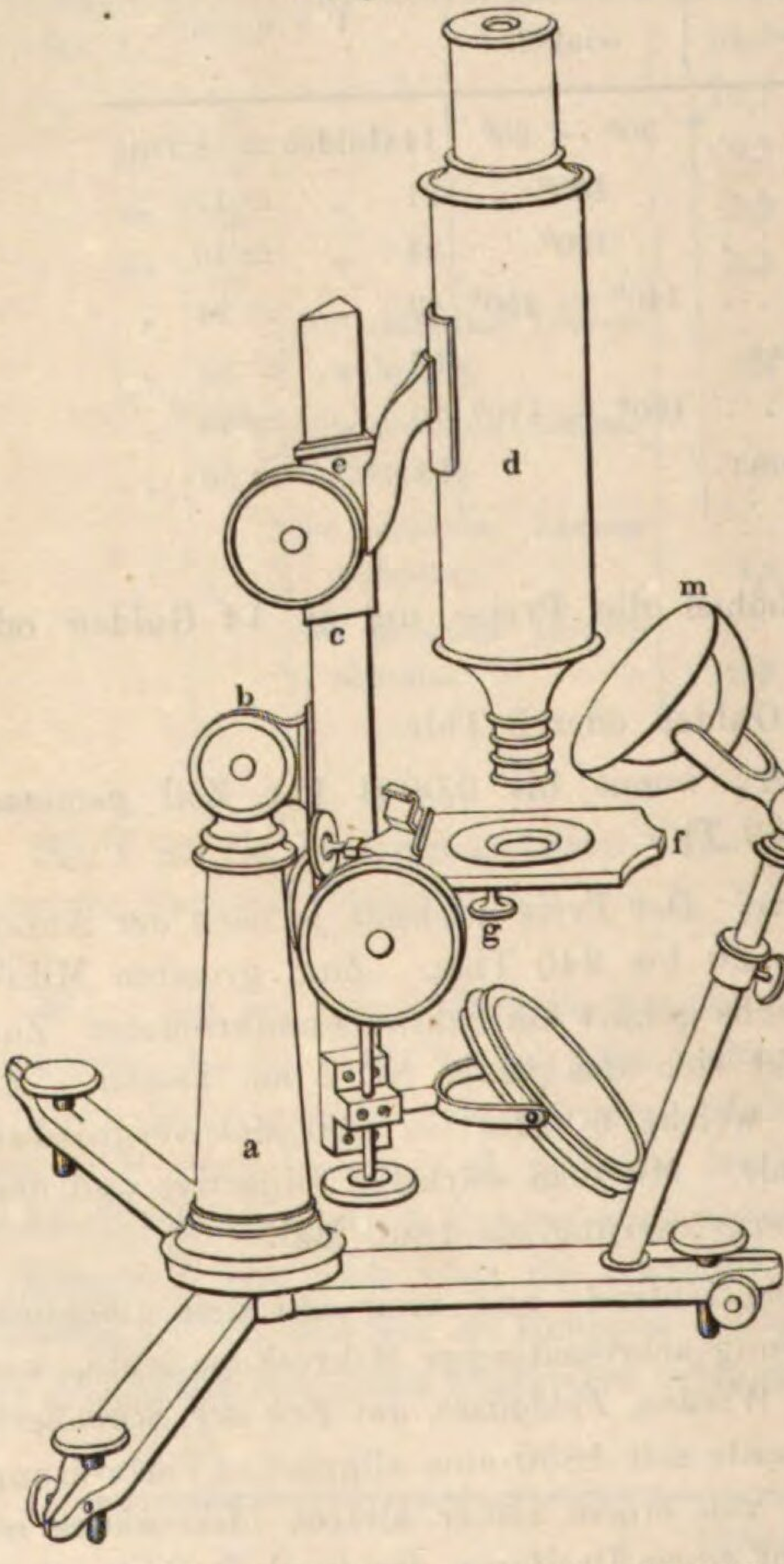
Ein Schraubenmikrometer, womit bis 0,0001 Par. Zoll gemessen wird, kostet 56 Gulden oder 32 Thlr.

Merz hat dreierlei Stative. Der Preis wechselt je nach der Anzahl der Objective und Oculare von 20 bis 240 Thlr. Zum grössten Mikroskope mit drehbarem Objecttische gehört ein Schraubenmikrometer. Zum gewöhnlichen Gebrauche eignet sich das Stativ Nr. 2 am besten. Mit 2 Objectiven und 3 Ocularen, welche 60 Mal bis 600 Mal vergrössern, kostet dieses Mikroskop 40 Thlr. Mit dem stärksten Objective und dem stärksten Oculare steigt die Vergrösserung bis 1800 Mal.

Der zweite, der sich in Deutschland, und zwar mit dem glücklichsten Erfolge, auf die Verfertigung achromatischer Mikroskope legte, war Simon Plössl in Wien (*Alte Wieden, Feldgasse, am Eck der Schmölerlgasse* Nr. 215), dessen Instrumente seit 1830 eine allgemeine Verbreitung gefunden haben. Das Gestell von einem seiner älteren Mikroskope ist Fig. 92 (a. f. S.) dargestellt. Auf einem Dreifusse, der durch Stellschrauben in horizontaler Stellung erhalten wird, ruht die Säule *a*, mit welcher oben durch das Charnier *b* die dreiseitige stählerne Stange *c* verbunden ist. Das Mikroskop kann daher vertical gestellt oder auch unter einem bestimmten Winkel geneigt werden. Das Mikroskoprohr *d* ist an der dreiseitigen Hülse *e* aufgehängt, die sich durch einen Trieb an der Stange *c* auf- und niederbewegt. Der Objecttisch *f* kann durch die feine Schraube *g* höher oder niedriger gestellt werden, und zwei diagonal stehende Schrau-

ben an demselben bewegen die Objecte im Gesichtsfelde. Auf denselben passt auch ein Schraubenmikrometer mit einem Nonius, der noch $^1/_{100000}$ Wiener Zoll angiebt. Der Beleuchtungsapparat für durchfallendes Licht besteht aus einem Hohlspiegel, der auf der Hinterseite geschwärzt ist, mit einer Linse zur Verstärkung des Lichts, und aus einem Selligue'-schen convexen Prisma *m* für auffallendes Licht.

Fig. 92.



Aelteres Mikroskop von Plössl (1840).

An den späteren Mikroskopen (Fig. 93) hat Plössl die Säule mit dem Charniere weggelassen, die dreiseitige Stange ruht unmittelbar auf dem Fussgestelle, und der Spiegel ist an einem der drei Füsse angebracht.

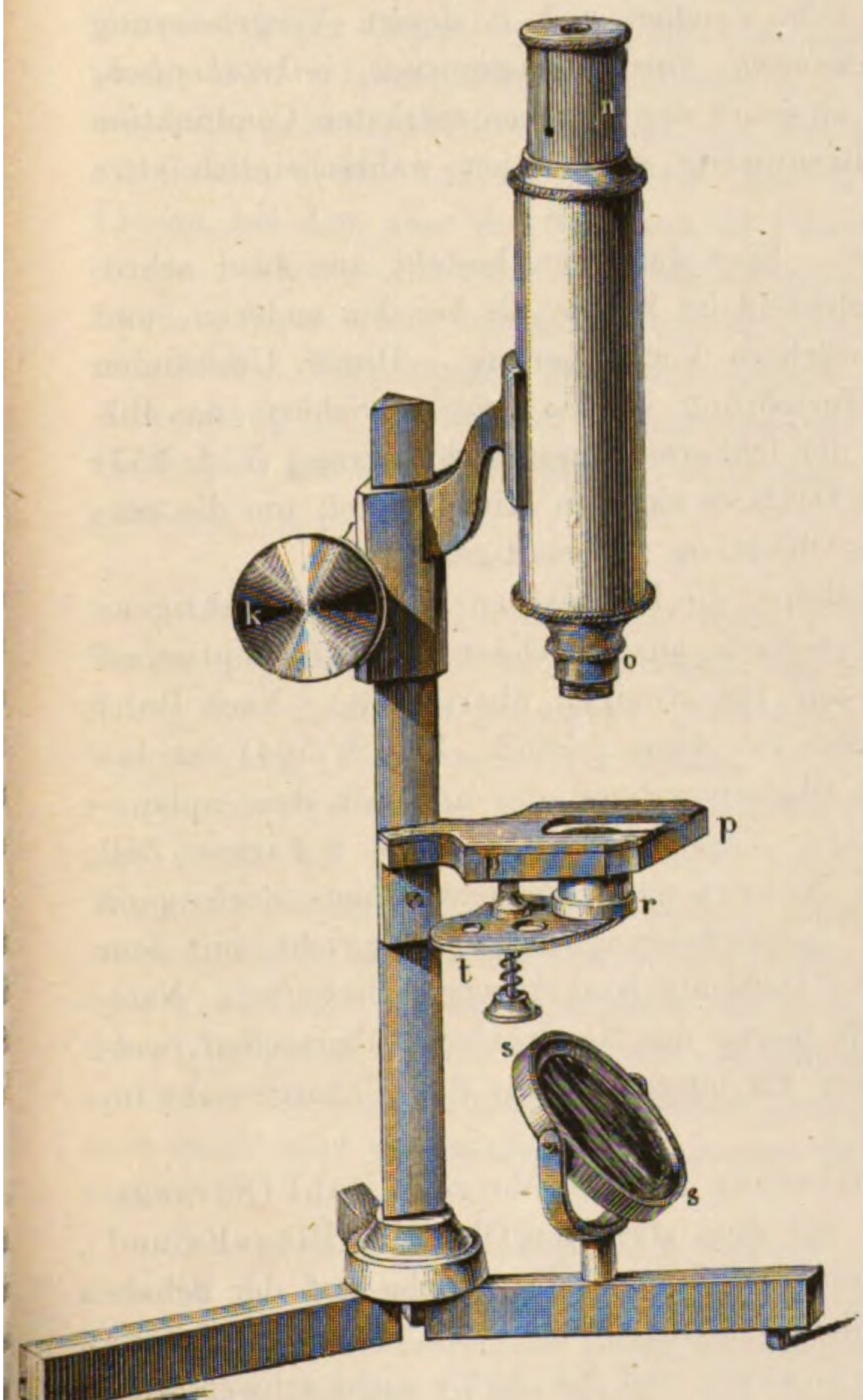
In neuester Zeit hat Plössl den Dreifuss durch ein schweres kreisrundes Fussstück ersetzt, worauf die dreiseitige stählerne Stange des Mikroskoprohres ruht und durch einen horizontalen Arm um seine Axe gedreht werden kann. An kleineren Mikroskopen fehlt diese Drehbewegung, und die Stange steht fest auf dem Fussstücke.

Die Fig. 94 giebt noch eine Ansicht von Plössl's pankratischem Dissectionsmikroskope. Zur Linken ist das Ocularrohr *oo* für sich abgebildet, in Verbindung mit der Hülse *h*, worin es sich verschieben lässt, und die auf das Rohr *c* aufgeschraubt wird, an dessen unterem Ende das Objectiv befindlich ist. Die auf dem Ocularrohre stehenden Zahlen bezeichnen die Vergrösserung, welche eintritt, wenn man dasselbe bis zu dieser Stelle auszieht.

Die Plössl'schen Mikroskope haben sich immer durch eine sorgsame

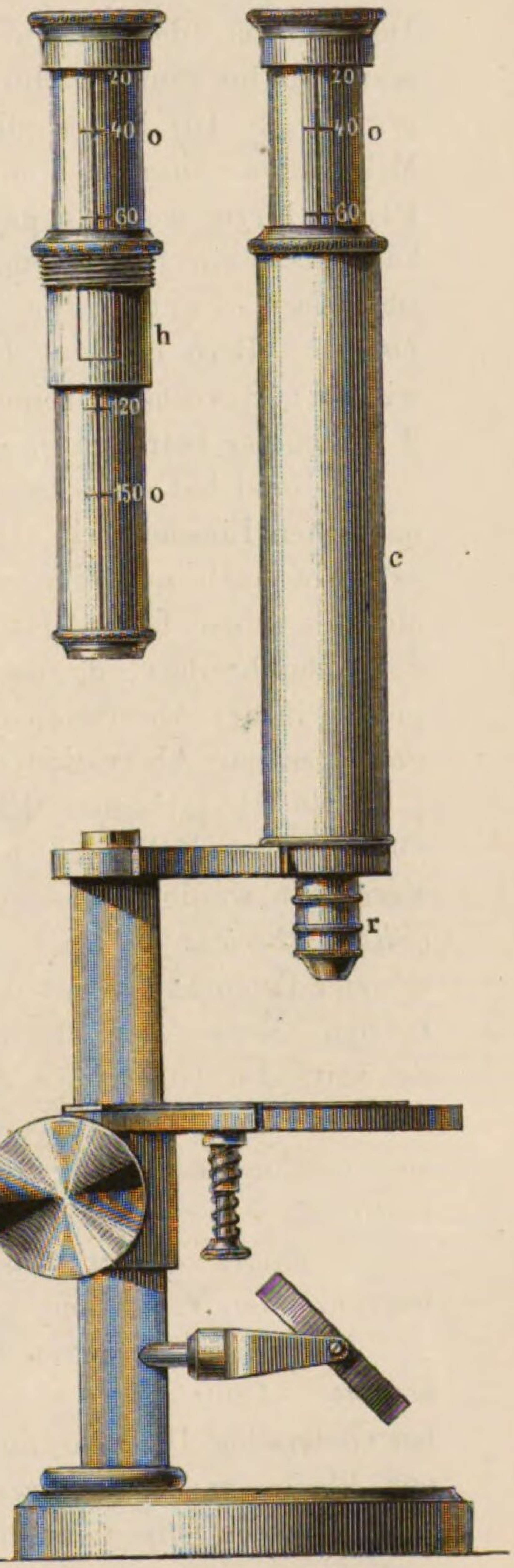
und genaue Arbeit ausgezeichnet. Die ganze Einrichtung des Gestelles indessen ist namentlich wegen der ansehnlichen Höhe nicht so zweckmässig, wie bei

Fig. 93.



Plössl's neueres Mikroskop.

Fig. 94.



Plössl's pankratisches Dissectionsmikroskop.

manchen anderen, da man nur stehend damit arbeiten kann. Ich muss jedoch bemerken, dass Plössl das Mikroskoprohr auch aus zwei Hälften

bildet, um nach Willkür ein Glasprisma dazwischen einzusetzen, ganz so, wie es Merz und späterhin auch Amici und Andere gethan haben, und dann kann man damit auch im Sitzen arbeiten.

Zu diesem Mikroskope gehörten früherhin nur sieben achromatische Doppellinsen, deren Röhrchen sich an einander schrauben lassen, so dass man vier bis fünf verschiedene Systeme bekommt. Nach Mohl (*Mikrographie*, S. 16) hatten die drei stärksten Linsen seines Plössl'schen Mikroskopes zusammen 3,15 Millimeter Brennweite. Seit 1848 ist aber Plössl hierin weiter gegangen. Zu seinen früheren sieben Doppellinsen kam noch ein System mit dem Zeichen *a, b, c*, dessen Vergrösserung sich nach Perty (*Die Bewegung durch schwingende mikroskopische Organe*. Bern 1848. S. 23) zu jener der früheren stärksten Combination wie 38 : 28 verhält; seine Brennweite wird daher wahrscheinlich etwa 2 Millimeter betragen*).

Plössl hat sechs Oculare. Eins derselben besteht aus zwei achromatischen Linsen; sein Gesichtsfeld ist kleiner als bei den anderen, und es giebt auch nur eine schwächere Vergrösserung. Diesen Umständen eher als seiner besonderen Einrichtung ist die grössere Schärfe des Bildes zuzuschreiben, da nach der früheren Auseinandersetzung (I, §. 157) gerade in der Aberration des Oculares sich ein Mittel bietet, um die entgegengesetzte Aberration des Objectives zu beseitigen.

Die Plössl'schen Mikroskope, die ich gesehen habe, sind übrigens durch grosse Helligkeit und Schärfe ausgezeichnet, und im optischen Vermögen werden sie gewiss nur von wenigen übertroffen. Nach Pohl (*Sitzungsbericht d. Kais. Acad. zu Wien*. 1853. XI, S. 504) ist bei schiefer Beleuchtung mit dem Objectivsysteme *abc* und mit dem aplanatischen Oculare bei 292 maliger Vergrösserung und bei 8 Pariser Zoll Sehweite die 15. Gruppe des Nobert'schen Probetäfelchens noch ganz deutlich, was für ein grosses Unterscheidungsvermögen spricht, mit dem sich muthmaasslich ein grosser Oeffnungswinkel vergesellschaftet. Nach Pohl soll Plössl's Mikroskop hierin das Nachet'sche übertreffen, welches er damit verglich; indessen hat letzteres dafür das Uebergewicht im begrenzenden Vermögen.

Nach einer späteren Mittheilung konnte übrigens Pohl (*Sitzungsberichte*. 1860. XL, p. 63) mit dem stärksten Objective Plössl's und bei centrischer Beleuchtung mit dem Spiegel die Striche auf der Schale von *Pleurosigma angulatum* nicht erkennen, was doch mit den ungefähr gleich starken Objectiven Hartnack's und Nachet's nicht schwer fällt.

*) Nach Radicke (*Optik* II, S. 353) hat Plössl auch achromatische Doppellinsen aus Bergkrystall und Flintglas verfertigt. Das geringere Dispersionsvermögen des Bergkrystalls im Vergleiche zum Kronglase kann aber kaum die Mühe aufwiegen, die es haben muss, der doppelten Strahlenbrechung, die dem Bergkrystalle zukommt, zu entgehen.

Diese letzteren sind allerdings Immersionssysteme, und ob Plössl bereits dergleichen liefert, ist mir unbekannt.

Jetzt gehören zu Plössl's grossen Mikroskopen neun achromatische Doppellinsen nebst einem besonderen Linsensysteme. Ohne aplanatisches Ocular, ohne Schraubenmikrometer u. dgl. kostet es 292 Gulden C.-M. Das Schraubenmikrometer kostet 80 Gulden, das aplanatische Ocular 10 Gulden, der bewegliche Objecttisch 12 Gulden, das Prisma zur horizontalen Stellung des Rohrs 15 Gulden.

Plössl liefert auch einfachere zusammengesetzte Mikroskope, zu denen weniger Objectivsysteme kommen und die daher auch weniger kosten. Ein solches, dessen mechanische Einrichtung in der Hauptsache wie beim grösseren Mikroskope ist, mit fünf achromatischen Linsen, kostet 90 Gulden C,-M., und ein Taschen- oder Reisemikroskop mit gleichviel Linsen, bei dem aber das Kästchen als Fussstück dient, 80 Gulden. Bei diesen beiden reicht zwar die Vergrösserung nicht so weit, da ihnen die stärkste Linse fehlt; dessen ungeachtet sind sie für die meisten wissenschaftlichen Forschungen ganz ausreichend. Beschränkter noch in der Anwendung ist ein anderes zusammengesetztes Mikroskop, welches mit 45 Gulden auf dem Preiscourante steht und wozu nur drei Objectivlinsen gehören.

Alsbald nach Plössl fingen auch Pistor und F. W. Schiek in Berlin an, achromatische Mikroskope zu liefern, und weiterhin hatte jeder der Beiden seine eigene Werkstatt. Im Jahre 1832 verglich Ehrenberg (Poggendorff's *Annal.* 1832. Bd. 24, S. 189) die Mikroskope von Chevalier, von Plössl und von Schiek unter einander und gab denen des Letzteren den Vorzug vor den beiden Anderen. Nach Wagner hingegen (*Handwörterbuch d. Phys.* Art. Mikroskop, S. 443) standen die Schiek'schen Mikroskope anfänglich den Plössl'schen nach. Später sind sie nach dem Zeugnisse von Wagner sowohl als von Schleiden (*Notizen a. d. Geb. der Natur- u. Heilkunde.* 1847. IV, Nr. 1) im optischen Vermögen einander ungefähr gleichgekommen, und Beide rühmen auch sehr die saubere und genaue Arbeit am Schiek'schen Gestelle.

Die grossen Mikroskope von Schiek (*Marienstrasse*, Nr. 1) stimmen in der mechanischen Einrichtung so ganz mit den Plössl'schen überein, dass eine besondere Beschreibung überflüssig erscheint. Sie unterscheiden sich nur in der Weise, wie die Diaphragmen unter der Oeffnung des Objecttisches angebracht sind, und darin stimmen sie ganz mit dem alten Modell der grossen Oberhäuser'schen Mikroskope.

Dagegen weicht Schiek im optischen Theile von Plössl ab, da er die Linsen zu festen Systemen verbindet, wie es bei den jetzigen französischen und englischen Mikroskopen, bei den späteren Amici'schen

und auch bei den meisten neueren deutschen Mikroskopen gebräuchlich ist. Es gehören drei solche Systeme zu seinem Mikroskope, und jedes derselben besteht aus drei achromatischen Doppellinsen. Oculare sind es fünf, darunter ein aplanatisches. Die Vergrösserung geht von 15 bis zu 1000. Mit allem Zubehör, wohin auch ein Schraubenmikrometer, ein Compressorium u. s. w. zu zählen sind, kostet dieses Mikroskop 200 Thaler.

Ein etwas kleineres zusammengesetztes Mikroskop, dessen Gestell so ziemlich wie bei den grösseren ist, mit sechs Doppellinsen und vier Ocularen, welches 15 bis 800 Mal vergrössert, kostet 110 Thaler, und wenn noch ein Schraubenmikrometer hinzukommt, 140 Thaler.

Ein noch einfacheres und kleineres zusammengesetztes Mikroskop, zu dem aber die gleichen Linsen wie beim vorhergehenden kommen, und das auch ziemlich die gleiche Vergrösserung erreicht, kostet 80 Thaler.

Schiek hat ferner Mikroskope gefertigt nach dem Oberhäuser'schen Modelle. Das grössere mit trommelförmigem Fusse und beweglichem Objecttische, der zugleich als Schraubenmikrometer dienen kann (und darin zeigt sich eine Verschiedenheit von den Oberhäuser'schen Instrumenten), mit neun Objectivlinsen oder drei Systemen und mit vier Ocularen, von 18 Mal bis zu 800 Mal vergrössernd, kostet 130 Thaler.

Die kleinsten, wozu vier Objectivlinsen und zwei Oculare gehören, und die 40 bis 500 Mal vergrössern, kosten 40 Thaler.

Wer mehr Objectivsysteme will, kann diese auch einzeln bekommen. Ein Satz von drei Doppellinsen mit schwacher Vergrösserung kostet 12 Thaler, ein solcher mit starker Vergrösserung 18 Thaler.

Weniger verbreitet als die Instrumente von Plössl und von Schiek sind die Mikroskope von Pistor und Martins in Berlin, früher Pistor und Hirschmann (*Marienstrasse*, Nr. 34). Nach der Beschreibung im Preiscourant zu urtheilen, stimmen sie in der optischen Zusammensetzung ziemlich mit den Schiek'schen Mikroskopen überein. Ob sie ihnen auch im optischen Vermögen gleichstehen, das ist mir unbekannt.

Für die grösseren Mikroskope haben sie zweierlei Gestelle. Das eine unterscheidet sich nicht wesentlich von jenem der Plössl'schen und Schiek'schen Instrumente. Das andere gleicht mehr dem Oberhäuser'schen, unterscheidet sich jedoch von demselben durch drei Stellschrauben, womit der Objecttisch horizontal gestellt wird, und durch einen beweglichen Schlitten, der zugleich als Schraubenmikrometer dient; die gröbere Einstellung wird durch einen Trieb bewirkt, die feinere durch eine Mikrometerschraube. Eine ungewöhnliche Beigabe dieses Mikroskopes ist ein Klemmring, der über dem Mikroskoprohre verschiebbar ist und einerseits verhindert, dass die Objectivlinse an das Object stösst, andererseits aber auch dazu dienen kann, die Stellung des Rohres für eine gefundene Brennweite schnell wieder ausfindig zu machen. Fer-

ner gehört ein Ocularschraubenmikrometer dazu. Mit neun Objectivlinsen, die zu drei Systemen vereinigt sind, und mit fünf Ocularen, von denen das eine aplanatisch ist, kann man die Objecte 25 bis 1200 Mal vergrössert sehen. Mit mancherlei Zubehör kostet dieses Mikroskop 250 Thaler.

Der nämliche Instrument mit sechs Objectivlinsen, mit vier Ocularen, 25 bis 1000 Mal vergrössernd, aber ohne Ocularschraubenmikrometer, ohne aplanatisches Ocular und ohne andere Hülfsmittel kostet 150 Thaler.

Das nämliche ohne Objectschraubenmikrometer kostet 115 Thaler.

Wird die gröbere Einstellung nicht durch einen Trieb bewirkt, sondern durch Schieben mit der Hand, so kostet das Instrument 110 Thaler.

Der Preiscourant von Pistor und Martins nennt noch andere Mikroskope, die hier aufzuzählen überflüssig erscheint. Nur sei noch bemerkt, dass sie auch Mikroskope ganz nach Oberhäuser'schem Muster machen, die grösseren für 60 bis 75 Thaler, die kleineren für 35 bis 50 Thaler. Zu den letzteren gehören fünf Objectivlinsen und zwei Oculare, und sie vergrössern 25 bis 400 Mal. Auch bei ihnen bekommt man einzelne Objectivsysteme wie bei Schiek.

Die bisher genannten Mikroskopverfertiger in Deutschland stammen noch aus einer Zeit, wo man erst anfing, achromatische Linsensysteme anzufertigen. Unter den späteren hat sich F. A. Nobert, früher in Greifswalde, jetzt zu Barth in Pommern wohnhaft, vortheilhaft bekannt gemacht, namentlich durch die im Jahre 1846 in Poggendorff's *Annalen*. LXVII, S. 173 erschienene Abhandlung über die Prüfung des optischen Vermögens der Mikroskope mittelst seiner schon wiederholt genannten und später ausführlicher zu beschreibenden Probetäfelchen.

Ende 1852 hatte ich Gelegenheit, ein grosses Mikroskop von Nobert zu untersuchen. Das ganze Gestell ist offenbar von Schiek und von Plössl genommen. Um 40 bis 45 Centimeter überragt es die Fläche, auf der es steht, und bei dieser Höhe kann man nur im Stehen damit arbeiten. Die stählerne Stange, an welcher der Mikroskopkörper durch einen Trieb auf- und abgleitet, ist nicht dreikantig, sondern halbcylindrisch. Die feine Einstellung wird auf eine ganz einfache Weise bewirkt, die zwar nicht für grössere und kostbare Instrumente passt, aber wegen der Wohlfeilheit sich recht gut für kleinere Instrumente eignet. Der vierseitige Objecttisch nämlich ist mit der Stange durch eine Art Charnier verbunden und hat hinten ein rechtwinkelig umgebogenes Ansatzstück, das an der Stange anliegt. Wird dieses Ansatzstück nach vorn bewegt, dann hebt sich natürlich der Objecttisch, der sich um die Axe im Charnier dreht. Zu dem Ende geht durch die Stange von hinten nach vorn eine Schraube, die hinten einen gekerbten Knopf hat und deren vorderes Ende gegen das Untertheil des senkrecht herabhängenden

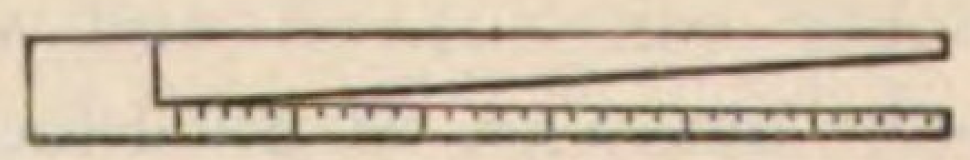
Ansatzstückes des Objecttisches stösst. Rückt die Schraube vor, so muss sich jener Theil des Objecttisches heben, worauf das Object ruht, und beim Rückwärtsbewegen der Schraube sinkt er wieder durch seine eigene Schwere, bis er an die Stange stösst.

Dieser einfache Mechanismus ist in vielen Fällen ganz ausreichend zur feinen Einstellung, wenn durch den Trieb das Mikroskop schon ziemlich in die gehörige Entfernung vom Objecte gebracht worden ist. Letzteres wird dabei schwach geneigt, und zwar ohne Nachtheil, wenn schwächere Objective genommen werden. Bei stärkeren Objectivsystemen freilich, deren Unterfläche dem Objecte ganz nahe kommt, müssen andere Mittel zur feinen Einstellung gewählt werden, bei deren Anwendung die Ebene des Objecttisches immer senkrecht zur Axe des Mikroskopkörpers steht.

Der Beleuchtungsapparat dieses Mikroskopes besteht aus einem grossen Convexspiegel, der sich nur um seine Axe dreht und nicht excentrisch gestellt werden kann; deshalb ist keine schiefe Beleuchtung möglich. Unter dem Objecttische befindet sich ein verschiebbares Diaphragma mit drei Oeffnungen von verschiedener Grösse. Am Objecttische ist ein Schraubenmikrometer befestigt mit einem Nonius, der $^1/_{10000}$ Par. Linie angiebt.

Zu diesem Mikroskop gehören drei schwächere Objectivlinsen, die als 1, als 1 + 2 und als 1 + 2 + 3 benutzt werden. Dazu kommen noch zwei stärkere Objectivsysteme, Nr. 4 und 5. Diese beiden letzteren haben eine Correctionseinrichtung für verschieden dicke Deckplättchen, ganz wie bei Smith und Beck. Die Dicke der Deckplättchen wird durch den kleinen in Fig. 95 dargestellten Apparat gemessen. Zwei Messingstreifen sind am hinteren Ende mit einander verbunden; der obere ist keilförmig, so dass ein ebenso gestalteter Zwischenraum zwischen beiden entsteht, und in diesen bringt man das zu messende Deckplättchen, dessen Dicke durch die auf dem unteren Streifen eingeschnittene Scala angegeben wird.

Fig 95.



Nobert's Apparat zum Messen der Deckplättchen.

Das Mikroskop hat ferner vier Oculare, so dass 20 verschiedene Vergrösserungen von 22 Mal bis 1680 Mal herauskommen.

Einer genaueren Untersuchung habe ich nur das stärkste Objectivsystem unterzogen, welches nach meinen Messungen 1,93 Millimeter Brennweite hatte. In einem dem Mikroskope beiliegenden Berichte giebt Nobert an, auf dem beigegebenen Probetäfelchen mit 20 Liniengruppen könne man mit dem schwächsten Oculare bei 480maliger Vergrösserung die 15. Gruppe deutlich unterscheiden, mit den stärkeren Ocularen aber die 19., ja manchmal selbst die 20. Gruppe, wo die Strichelchen nur

$^1/_{6000}$ Linie von einander entfernt sind. Durch ein Mikroskop, womit blos eine centrische Beleuchtung möglich ist, habe ich jedoch nicht mehr als die 12. Gruppe deutlich zu sehen vermocht. Ich nahm freilich auch noch in der 20. Gruppe Strichelchen wahr, aber nur die gröberen. Als das nämliche System an ein Mikroskop kam, dessen Beleuchtungsapparat schief auffallende Strahlen zulässt, konnte ich höchstens noch die 14. Gruppe deutlich erkennen, während mit einem Amici'schen Objectivsysteme von merklich grösserer Brennweite (2,57 Millimeter) bei dem nämlichen Lichteinfalle die 17. Gruppe noch deutlich erkannt wurde.

Es versteht sich von selbst, dass bei dieser Untersuchung die Verbesserungseinrichtung für die Dicke der Deckplättchen in Anwendung gezogen wurde. Doch will ich noch bemerken, dass die Beobachtungen bei Tageslicht angestellt wurden; bei künstlichem Lichte würden vielleicht günstigere Resultate erzielt worden sein.

Dieses Nobert'sche Mikroskop darf hiernach als ein gutes und brauchbares Instrument bezeichnet werden; doch offen gestanden entsprach es nicht ganz meinen Erwartungen, die vielleicht zu hoch gespannt waren, und zwar eben sowohl durch die Ankündigungen des Verfertigers als durch die Lobeserhebungen, welche von anderen Seiten seinen Objectivsystemen zu Theil wurden, indem man z. B. in Schumacher's *Astron. Nachrichten.* 1849. Ergänzungsheft, S. 93 liest, Schleiden habe einzelnen Nobert'schen Systemen vor den Amici'schen den Vorzug gegeben. — Es steht aber zu erwarten, dass Nobert seitdem auch fortgeschritten ist. Wünschenswerth wäre es übrigens, wenn er ein anderes Gestell zu seinen Instrumenten wählte, um sitzend damit arbeiten zu können.

Das Nobert'sche grosse Mikroskop mit Zubehör kostet 130 Thaler. Ohne Schraubenmikrometer und mit sieben bis acht Objectivlinsen kostet es 100 Thaler. Ferner kostet ein kleines achromatisches Mikroskop mit eigenthümlicher (nicht beschriebener) Einrichtung in einer Messingkapsel von 2 Zoll Dicke und 7 Zoll Länge, also bequem in der Tasche tragbar, mit vier Objectiven und einem Ocular, welches 30, 60, 120 und 250 Mal vergrössert, 28 Thaler.

Seit 1849 erwarb sich Carl Kellner in Wetzlar als Mikroskopverfertiger einen Namen. Ich habe drei seiner kleineren Mikroskope zu sehen bekommen, die in optischer Beziehung Vorzügliches leisten; nur haben sie zu wenig Wechsel in der Vergrösserung, weil nur ein Objectiv und zwei Oculare dazu gehören.

Das Objectiv des einen genauer von mir untersuchten bestand aus zwei achromatischen Doppellinsen und hatte eine Brennweite von 7,9 Millimeter. Die Aberrationen, zumal die sphärische, waren so vollkommen verbessert, dass sich weit stärkere Oculare damit verbinden liessen, als

es gewöhnlich zu geschehen pflegt. Bei Benutzung der nämlichen Probeobjecte schien es im optischen Vermögen einem Oberhäuser'schen Linsensysteme von 3,22 Millimeter und einem Nachet'schen Systeme von 4,8 Millimeter Brennweite gleich zu kommen; es stand in dieser Beziehung nur dem Amici'schen Systeme von 8,7 Millimeter Brennweite nach. Mit den beiden Ocularen hatte man eine 200malige und eine 235malige Vergrösserung. Zu einem der anderen Mikroskope gehörte übrigens ein stärkeres Ocular, und die Vergrösserung stieg dadurch bis zu 460, jedoch ohne Vortheil für die Beobachtung.

Die Kellner'schen Mikroskope zeichnen sich besonders durch das grosse und ebene Gesichtsfeld aus, dessen Durchmesser für eine Sehweite von 25 Centimeter bei den genannten Ocularen 22,26 und 27 Centimeter beträgt. Ungeachtet dieser grossen Ausdehnung ist es aber fast frei von Krümmung. Nur mit dem einen Oculare treten noch schwache Spuren davon auf; die geringe Krümmung ist dabei nach innen gerichtet, also gerade umgekehrt wie gewöhnlich. Diese Verbesserung wird bedingt durch passende Einrichtung des Oculars (I, §. 151 u. 162). Bei dem einen Kellner'schen Oculare hat das planconvexe eigentliche Ocular 20 Millimeter, das biconvexe Collectivglas 32 Millimeter Brennweite, und der wechselseitige Abstand beträgt 25 Millimeter. Diese Verhältnisse sind aber, wie es sich von selbst versteht, eigentlich nur dann ganz richtige, wenn man zugleich mit dem Oculare ein Objectiv von bestimmter Brennweite und ein Mikroskoprohr von bestimmter Länge benutzt. Nach Kellner (*Das orthoskopische Ocular, eine neu erfundene achromatische Linsencombination* u. s. w. Braunschweig 1849) besteht das unterste Glas seines Oculares, d. h. also das biconvexe Collectivglas, aus zwei unter einander verbundenen Linsen. Am fertigen Oulare ist das natürlich nicht zu sehen, und noch weniger, ob diese beiden Linsen aus verschiedenen Glassorten bestehen. Um das Mikroskop orthoskopisch zu machen, ist übrigens diese Einrichtung nicht unumgänglich nöthig; dieses Ziel ist auch durch ein einfaches Collectivglas zu erreichen. Auch ist es mir nicht so vorgekommen, als ob durch ein solches orthoskopisches Ocular das eigentliche optische Vermögen des Mikroskopes zunehme; denn vertauscht man es mit einem andern gewöhnlichen Oculare, so erscheinen die nämlichen Probeobjecte und die nämlichen Gruppen des Nobert'schen Probetäfelchens noch gleich deutlich, wenn sie sich nur in der Mitte des Gesichtsfeldes befinden.

Die ungewöhnliche Grösse des Gesichtsfeldes beim Kellner'schen Mikroskope rührte einestheils davon her, dass das Collectivglas dem Oculare mehr genähert ist, anderntheils auch davon, dass die Kellner'schen Oculare, und zwar theilweise aus diesem Grunde, stärker vergrösserten. Das schwächste Ocular gab gut eine achtfache Vergrösserung des durch das Objectiv erzeugten Bildes, während die schwächsten Oberhäu-

ser'schen und Nachet'schen Oculare noch nicht halb so stark vergrössern.

Die mechanische Einrichtung der Mikroskope war einfach und zweckmässig: ein scheibenförmiger Fuss, ein runder Objecttisch, dazwischen ein kleiner Hohlspiegel und ein drehbares Diaphragma mit vier Oeffnungen. Die feine Einstellung erfolgte durch eine hinten an der Stange angebrachte Mikrometerschraube, ähnlich wie an den späteren Instrumenten von Oberhäuser und Nachet.

Nach Kellner's Tode ist Fr. Belthle im Jahre 1856 an die Spitze des optischen Institutes in Wetzlar gekommen. Eine Commission, bestehend aus Leuckart, Phöbus, Wernher und Welcker, hat einen Bericht veröffentlicht (H. Welcker, *Ueber Aufbewahrung mikroskopischer Objecte.* Giessen 1856. S. 40), worin die damals dort verfertigten Mikroskope als den besten Kellner'schen beinahe gleichkommend bezeichnet werden, ja in der mechanischen Einrichtung sollen sie es diesen noch zuvor thun. Diesem Urtheile kann ich nicht ganz beistimmen. Die Belthle'schen Mikroskope, die ich bis jetzt zu untersuchen Gelegenheit hatte, stehen in der Schärfe und Klarheit des Bildes hinter jenen seines Vorgängers entschieden zurück. Dabei muss ich aber bemerken, dass ich noch kein Instrument aus der Zeit nach 1860 untersucht habe.

In Belthle's Preiscourant stehen jetzt auch Immersionssysteme. Er hat sieben verschiedene Objective, deren Preis von 3 bis zu 15 Thaler geht; die Immersionssysteme aber kosten 20 bis 30 Thaler. Ein grosses Mikroskop mit vier Objectiven und vier Ocularen, mit einem Ocularglasmikrometer und einem Polarisationsapparate liefert Belthle um 120 Thaler; mit drei Objectiven und drei Ocularen, ohne Polarisationsapparat, um 85 Thaler. Er hat dann auch kleinere Mikroskope für 25, 35, 45, 50, 60 und 70 Thaler.

Ferner haben sich Bénèche und Wasserlein in Berlin als Mikroskopverfertiger einen Namen gemacht. Ende 1850 hatte ich Gelegenheit, einige ihrer kleinen Mikroskope, sowie ein grosses Mikroskop zu untersuchen. Die kleineren Instrumente hatten ganz die nämliche Einrichtung wie die kleinen Oberhäuser'schen Mikroskope; für das grössere Mikroskop hatten Schiek und Plössl als Muster gedient. In optischer sowohl wie in mechanischer Hinsicht liessen diese Instrumente viel zu wünschen übrig. Die Vergrösserung war in einem zu starken Maasse in das Ocular verlegt, und doch war weder die sphärische noch die chromatische Aberration der Objective, trotz ihrer ziemlich grossen Brennweite, in hinreichendem Maasse verbessert, um mit starken Ocularen ein reines und scharfes Bild zu geben.

Später haben sie diesen Weg verlassen und sich mehr darauf gelegt,

starke Objective zu verfertigen. Bereits im Jahre 1851 erwähnte Schacht (*Das Mikroskop und seine Anwendung.* Berlin 1851. S. 19) ihrer Objective, die der Nr. 7 von Oberhäuser nur wenig nachstanden und also vermuthlich eine Brennweite von nicht ganz 4 Millim. hatten, und ein Jahr später berichtete Schacht (*Botan. Zeitung* 1852. S. 319) nochmals über ein von ihnen verfertigtes System, dessen Vergrösserungskraft sich zu Nr. 9 von Oberhäuser wie 450 : 400 verhielt, so dass man also annehmen muss, seine Brennweite werde nur etwa 1,5 Millim. betragen haben. Im optischen Vermögen erachtete Schacht dieses System dem genannten stärksten Systeme Oberhäuser's ganz gleich. Noch später endlich lieferten sie ein Objectivsystem Nr. 11, das unter allen bisher gefertigten die kürzeste Brennweite hatte, wenn es wahr ist, was Schacht (*Botan. Zeitung* 1852. S. 700) berichtete, dass es mit dem nämlichen Oculare eine doppelt so starke Vergrösserung gab als Oberhäuser's Nr. 9. Das Bild soll nach Schacht Schärfe und Helligkeit besitzen und frei von Farben sein. Die Mikroskope von Bénèche werden auch von Fr. Reinicke (*Beiträge zur neueren Mikroskopie.* Dresden 1858. S. 17) sehr gerühmt.

Im Jahre 1858 hatte ich selbst Gelegenheit, mich davon zu überzeugen, dass Bénèche und Wasserlein seit der Zeit, wo ich ihre kleinen Mikroskope sah, wirklich vorgeschritten waren. Bénèche war gleichzeitig mit mir nach Bonn gekommen und hatte eines von den grossen Mikroskopen mitgebracht. Es hat ganz die Form und die Einrichtung von Oberhäuser's grossen Mikroskopen. Bei einigen Beobachtungen mit dem Systeme Nr. 11 hatte ich ganz nette und saubere Bilder; doch überzeugte ich mich auch davon, dass das Vergrösserungsvermögen und somit auch die Kürze der Brennweite weit hinter dem gleichnamigen Systeme zurückstanden, dessen Schacht gedacht hatte. Die Vergrösserung mit dem schwächsten zu jenem Mikroskope gehörigen Oculare, das aber noch etwas stärker ist als das schwächste Oberhäuser'sche Ocular, ging wenig über 450 Mal hinaus. Ich vermuthe daher, dass ein Irrthum in Schacht's Bestimmung sich eingeschlichen hat. Dafür sprechen auch mit ziemlicher Sicherheit folgende Zahlen bei Naegeli und Schwendener (*Das Mikroskop*, I, S. 124), die sich auf 5 Objective von Bénèche beziehen:

Nr.	4	hat	13,44^{mm}	Brennweite
„	7	„	4,7 „	„
„	8	„	2,95 „	„
„	9	„	3,42 „	„
„	11	„	2,22 „	„

Hiernach gehört Nr. 11 durchaus nicht zu den ungewöhnlich starken Objectiven, ja in Betreff der Brennweite entspricht es ungefähr Nr. 8 von Hartnack und Nr. 6 von Nachet. Damit harmonirt auch, was Nae-

geli und Schwendener über die Sichtbarkeit der Maschen eines Drahtnetzes mit diesem Objective ermittelten. Als äusserste Grenze fanden sie 0,54 Mmm., einen grösseren Werth, als man mit stärkeren Objectiven aus anderen Werkstätten zu erhalten pflegt.

Bénèche und Wasserlein liefern ihre grossen Mikroskope, ganz nach dem Muster der Oberhäuser'schen Mikroskope, mit den Objectivsystemen Nr. 4, 7, 9 und 11 und mit fünf Ocularen um 170 Thaler.

Ein kleineres desgleichen ohne das System Nr. 11 kostet 100 Thaler.

Ein noch kleineres mit den Systemen 4 und 7 und mit drei Ocularen, das ungefähr den kleineren Mikroskopen von Oberhäuser und von Nachet gleichkommt, kostet 30 Thaler.

Seit 5 Jahren kommen noch aus einer anderen Berliner optischen Werkstätte Mikroskope, nämlich von Franz Schmidt und Haensch (*Dragonerstrasse* Nr. 19). Zu ihren zusammengesetzten Mikroskopen gehören mehrere Objectivsysteme, die beiden stärksten Nr. 8 und 9 mit Correctionseinrichtung, zu folgenden Preisen:

Nr. 1	4 Thaler
Nr. 1 + 2	6 „
Nr. 1 + 2 + 3 . . .	8 „
Nr. 4	10 „
Nr. 6	12 „
Nr. 8	25 „
Nr. 9	30 „

Ihre Gestelle, in sechserlei Grössen, scheinen nach den Abbildungen im Preiscourante eine zweckmässige Construction, jedoch ohne neue Einrichtungen zu haben; es sind grösstentheils Copien von Oberhäuser'schen und Nachet'schen Gestellen.

Das grösste Mikroskop, bei dem das grosse Oberhäuser'sche Stativ als Modell gedient hat, enthält die Objective 1, 2, 3, 4, 6 und 9 nebst 5 Ocularen und einem Ocularmikrometer und kostet 180 Thaler. Der Preis der übrigen geht von 12 bis zu 100 Thalern.

Ich habe nur ein mittelgrosses Instrument zu untersuchen Gelegenheit gehabt, das mit den Objectiven Nr. 1, 2, 4 und 6 nebst 3 Ocularen mit 65 Thalern im Preiscourante steht. Es ist ein gutes Arbeitsmikroskop, sorgfältig gearbeitet, mit einfacher aber zweckmässiger mechanischer Einrichtung. Mit ausgezogenem Rohre hat es nur 30 Centimeter Höhe, und es kann eine geneigte Stellung bekommen. Der Objecttisch dreht sich um die optische Axe; der Spiegel kann nach vorn, aber auch zur Seite gebracht werden, behufs schiefer Beleuchtung. Die drei Objective des von mir geprüften Mikroskopes haben folgende Brennweiten:

Nr. 1	18,5 Millimeter
Nr. 3	4,0 „
Nr. 6	3,2 „

Die drei Oculare vergrössern in dem Verhältnisse von 1 : 1,5 : 2,5. Bei centrischer Beleuchtung wird mit Nr. 3 an einem Nobert'schen Probetäfelchen mit 30 Gruppen die 8. Gruppe noch ganz deutlich unterschieden und bei der nämlichen Beleuchtung mit Nr. 6 die 10. Gruppe. Bei beiden Objectiven sind die Bilder durch Schärfe und Helligkeit ausgezeichnet.

Sollten die stärksten Objective Nr. 8 und 9 verhältnissmässig eben so tüchtig sein, so würden die Mikroskope von Schmidt und Haensch zu den besten jetzt in Deutschland gelieferten gehören.

In Jena hatte sich C. Zeiss bereits früher durch seine einfachen Mikroskope vortheilhaft bekannt gemacht, und weiterhin hat sich derselbe auch der Anfertigung zusammengesetzter Mikroskope zugewandt. Sechs verschiedene Objective, die mit A, B, C, D, E und F gezeichnet sind, liefert er um 6, 8, 12, 15, 16 und 26 Thaler; jedes der 4 Oculare kostet 2 Thaler. Das Gestell seines grössten Mikroskopes (nach dem Muster von Oberhäuser's Hufeisenstativ) allein kostet 55 Thaler, und mit allen Objectiven und Ocularen, einer Camera lucida, einem Polarisationsapparate und anderen Nebeneinrichtungen kostet es 200 Thaler. Er hat aber auch andere wohlfeilere Gestelle bis zu 8 Thaler herunter. Die Mikroskope von Zeiss haben unterm Objecttische eine gewölbte Blendungsscheibe, die sich um eine schief gestellte Achse dreht. Die Ränder der Oeffnungen kommen dadurch näher ans Object. Etwas Erhebliches kann ich indessen in dieser Abänderung des gewöhnlichen drehbaren Diaphragma nicht finden. Jene Instrumente, die mir zu Gesicht gekommen sind, hatten eine ganz gute mechanische Einrichtung; die Objective gehören zu den besten deutschen. Ich habe 4 seiner Objective bei centrischer Beleuchtung und mit dem zweiten Oculare am Nobert'schen Probetäfelchen mit 30 Gruppen geprüft und gefunden:

A	hat	14,9	Millimeter	Brennweite,	
D	„	4,3	„	„	und löst die 7. Gruppe,
E	„	4,1	„	„	und löst die 8. Gruppe,
F	„	2,0	„	„	und löst die 12. Gruppe.

Die Instrumente anderer Optiker in Deutschland kenne ich zu wenig, daher ich sie nur im Vorbeigehen erwähnen kann.

Die Mikroskope von Kriegsmann in Magdeburg wurden in der *Botan. Zeitung* 1844, S. 456, und 1845, S. 608, gerühmt; in Betreff der Helligkeit und der Vergrösserung sollten sie den Schiek'schen zum mindesten gleich kommen. Ein Mikroskop nach dem Muster des kleinen Oberhäuser'schen, bis zu 500 Mal vergrössernd, kostete 40 Thaler.

Von Bojung Scato Georg (*Diss. de evolutione sporidiorum in capsulis muscorum*. Gotting. 1844) wurden die Mikroskope von Meyerstein in Göttingen gerühmt; sie sollten eine Vergleichung mit den Schiek'schen und Oberhäuser'schen aushalten.

Im Jahre 1844 sandte Matthiessen in Altona einen kurzen Bericht über seine Mikroskope an die französische Akademie (*Comptes rendus.* XVIII, p. 1158); danach hat er es sich besonders angelegen sein lassen, kleine achromatische Linsen bis zu $^3/_4$ Millim. Durchmesser herzustellen. Zur Verlängerung der Brennweite bringt er hinter das Linsensystem einen divergirenden Meniskus. Um über die Tüchtigkeit seiner Mikroskope zu urtheilen, bedarf es natürlich noch anderer Bürgschaften als blos des kleinen Durchmessers seiner Objective.

Ueber zwei neuere deutsche Mikroskopenverfertiger wurde von Rud. Wagner (*Nachrichten v. d. G. A. Universität u. d. Königl. Ges. der Wiss. zu Göttingen.* 1857, Nr. 19, S. 253) Einiges mitgetheilt. Der eine ist Hensoldt in Sonneberg, dessen Mikroskope die Kellner'schen nachahmen, denen sie zwar in optischer Beziehung nicht ganz gleichkommen, vor denen sie dagegen im Mechanischen den Vorzug haben sollen. Sie kosten 50 Thaler und haben zwei Linsensysteme und drei Oculare, deren stärkstes Wagner jedoch unbrauchbar fand. — Der andere ist Krüss in Hamburg. Derselbe verfertigt Mikroskope in der Form der kleinen *Microscopes coudés* von Oberhäuser und von Schiek, und zwar um den beispiellos niedrigen Preis von 20 Thaler. Nach Wagner sind sie für den ersten Unterricht und für die gewöhnlichsten histologischen Untersuchungen ganz empfehlenswerth, da sie eine 300malige sehr klare Vergrösserung geben, die bei sehr vielen Untersuchungen ganz ausreicht. Auch die mechanische Einrichtung ist ganz gut. Nach einem Preiscourante vom Jahre 1862 liefert er auch etwas grössere Instrumente mit 2 Objectiven und 2 Ocularen um 36 Thaler.

Aus Hamburg kommen auch Mikroskope von Hugo Schröder. Von einem schon vor ein Paar Jahren gefertigten starken Immersionssysteme mit Correctionseinrichtung bemerkt Frey (Das Mikroskop u. s. w. S. 51), dasselbe sei zwar gut, stehe aber den Hartnack'schen Objectiven nach. In seinem Preiscourante sind 4 dialytische Objective *) mit Brennweiten von $^1/_4$ bis $^1/_{16}$ Zoll, zu 14 bis 20 Thaler verzeichnet. Die Immersionssysteme (Stipplinsen) mit $^1/_8$, $^1/_{12}$, $^1/_{16}$ Zoll Brennweite und 150^0, 160^0, 175^0 Oeffnungswinkel kosten 20, 26, 32 Thaler. Der Preis der Gestelle geht von 12 bis zu 60 Thaler.

In München liefert M. Baader Mikroskope. Nach Naegeli und Schwendener (*Das Mikroskop.* I, S. 117) sind seine kleinen Instrumente für 45 Gulden äusserst preiswürdig und aller Empfehlung werth.

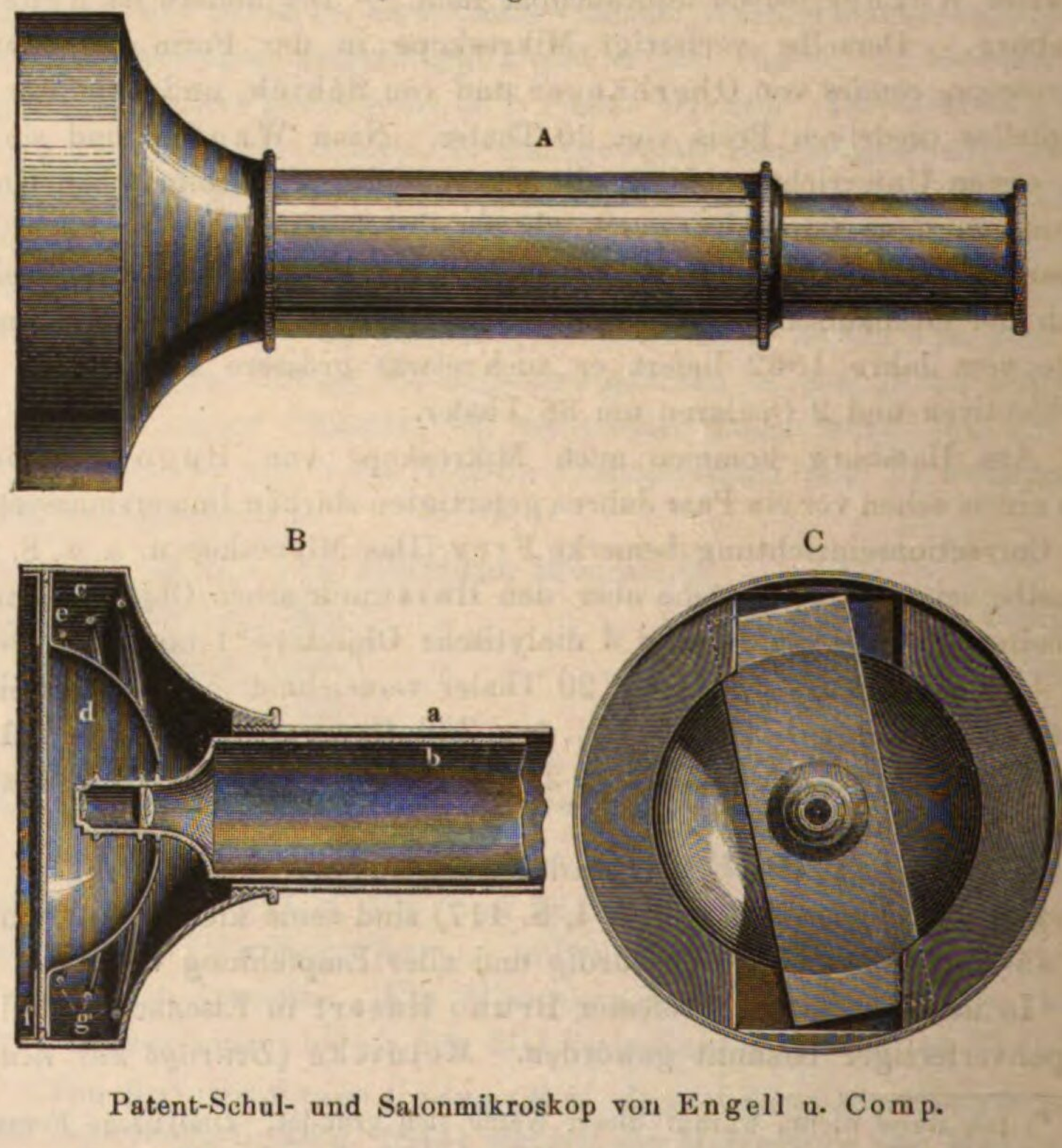
In neuerer Zeit ist Professor Bruno Hasert in Eisenach als Mikroskopenverfertiger bekannt geworden. Reinicke (*Beiträge zur neueren*

*) Ich weiss nicht, worauf dieser Name sich gründet. Dialytische Fernrohre nennt man bekanntlich jene, wo die Kronglaslinse und die Flintglaslinse etwas von einander entfernt sind. Diese Einrichtung wird aber schwerlich mit Vortheil auf das Mikroskop übertragen werden können.

Mikroskopie. Heft 2, S. 74) spricht sich ganz befriedigt über ein Hasert'sches sehr starkes Objectiv aus. Ich kenne diese Mikroskope nicht, kann daher auch nicht sagen, mit welchem Rechte in Hasert's Preiscourante (*Reinicke, Beiträge.* Heft 3. S. 49) die Mikroskope als solche bezeichnet werden, welche die besten deutschen und englischen in Leistungsfähigkeit übertreffen. In seinem Preiscourante sind nur 3 besondere Objective verzeichnet: das eine mit $^1/_6$ Zoll Brennweite für 35 Thaler, ein anderes mit $^1/_{12}$ Zoll Brennweite für 45 Thaler. Die grössten Mikroskope kosten 120 bis 130 Thaler, kleinere mit Drehtisch, zwei Ocularen und zwei Objectiven 60 Thaler, dieselben ohne Drehtisch 50 Thaler, noch kleinere 25 bis 35 Thaler.

Ich erwähne ferner das *Patent-Schul- und Salonmikroskop* von Engell u. Comp. in Wabern bei Bern, mit der Hauptniederlage bei Schäffer und Budenberg in Buckau-Magdeburg, welches Fig. 96 dar-

Fig. 96.



Patent-Schul- und Salonmikroskop von Engell u. Comp.

gestellt ist. Bei A zeigt sich das äusserst einfache Instrument von der Seite. B ist ein Durchschnitt des Objectivabschnittes desselben. In

einem äusseren Rohre *a* gleitet das innere Rohr *b*, woran das Objectiv befestigt ist, so wie an dem fehlenden Ende das Ocular. An das äussere Rohr ist der weite und trichterförmige Patentobjecthalter *c* angeschraubt, worin ein grosser Hohlspiegel *d* mit ringförmigem ebenen Aussenrande *e* befindlich ist, und dieser Rand wird durch eine Spiralfeder *g* an den entsprechenden Vorsprung *f* des Objecthalters angedrückt. Zwischen *e* und *f* werden die Enden der Objecttäfelchen eingeklemmt. Bei C sieht man von vorn auf den Patentobjecthalter, worin ein Objecttäfelchen eingeklemmt ist. Man fasst dieses Mikroskop einfach mit der Hand und richtet es auf den hellen Himmel oder auf eine andere Lichtquelle, wodurch der Hohlspiegel Beleuchtungsapparat für undurchsichtige Objecte wird.

Mit einem Hartnack'schen Objective Nr. 4 versehen kostet das ganze Mikroskop 12 Thaler, und man hat beinahe eine 100malige Vergrösserung. Mit einem stärkeren Objective, so dass es 200 Mal vergrössert, so wie mit einer Mikrometerschraube zu feiner Einstellung kostet es 18 Thaler.

Dieses kleine Instrument eignet sich recht gut zur Demonstration solcher mikroskopischer Objecte, die keiner gar zu starken Vergrösserung bedürfen. Ist das Object ins Gesichtsfeld gebracht und das Mikroskop richtig eingestellt, so lässt man es von Hand zu Hand gehen, und die Einstellung kann jeden Augenblick nach dem Bedürfnisse des Auges modificirt werden. Vor zwei Jahren lernte ich es durch Herrn v. Rappard in Interlaken kennen, ich liess mir ein Paar kommen und brauche dieselben täglich in den Vorlesungen, wo die Benutzung anderer Mikroskope für eine grössere Anzahl von Zuhörern unthunlich ist. Man darf natürlich nicht mehr von diesem Mikroskope verlangen, als es leisten kann. Für feine Einzelnheiten der histologischen Bildung passt es nicht; es reicht aber vollkommen aus, um Pflanzendurchschnitte, Algen, kleine Thiere zu demonstriren, oder um einzelne Theile und Organe, wie die Schneckenzunge, das Hautskelet der Echinodermen, Knochen- und Zahnschliffe, Muskeln, Injectionspräparate u. s. w. zu beschauen.

Wird das Instrument zum Feststellen eingerichtet und mit einem Beleuchtungsapparate versehen, dann kostet es 3 Thaler mehr.

Neuerdings werden auch von Möller u. Emmerich in Giessen Mikroskope geliefert. Ich kenne aber nur ihren Preiscourant, welcher vier verschiedene Arten zusammengesetzter Mikroskope nennt, im Preise von 24 bis 114 Thaler. Die Objective, unter denen auch Immersionssysteme vorkommen, kosten 6 bis 20 Thaler.

Seit etwa 3 Jahren hat auch J. Zaalberg van Zelst in Amsterdam sich mit Erfolg auf die Anfertigung von Mikroskopen und von achromatischen Linsen gelegt. Auf der Leidener Ausstellung physikalischer Instrumente im Jahre 1865 erhielt er für ein Mikroskop, wobei das grosse Nachet'-

sche Instrument als Modell gedient hatte, die zweite goldene Medaille. Ich habe einige seiner Objective zu untersuchen Gelegenheit gehabt, die allerdings die Leistungen der vorzüglichsten Optiker anderer Länder noch nicht ganz erreichen. Sie berechtigen aber zu der Hoffnung einer fortschreitenden Verbesserung, und dass Holland, wo das Mikroskop erfunden worden ist, in dieser Hinsicht künftighin nicht mehr durchaus vom Auslande abhängig sein werde.

60 Während man auf dem Continente in der Herstellung leistungsfähiger Mikroskope so grosse Fortschritte machte, blieb man auch in England hierin nicht zurück. Wir haben schon oben (S. 137) gesehen, dass William Tulley, angetrieben und ermuthigt durch C. R. Goring, sich auf die Anfertigung achromatischer Linsen legte und eine dergleichen von 22 Millim. Brennweite und 18° Oeffnungswinkel zu Stande brachte. Etwas später verfertigte er eine zweite, die gleich der ersten drei Linsen enthielt, 13 Millim. Brennweite hatte und vorderhalb der ersten kam, wodurch eine Combination entstand, die 9 Millim. Brennweite und einen Oeffnungswinkel von 38° hatte (*Philos. Transact.* 1830, p. 187).

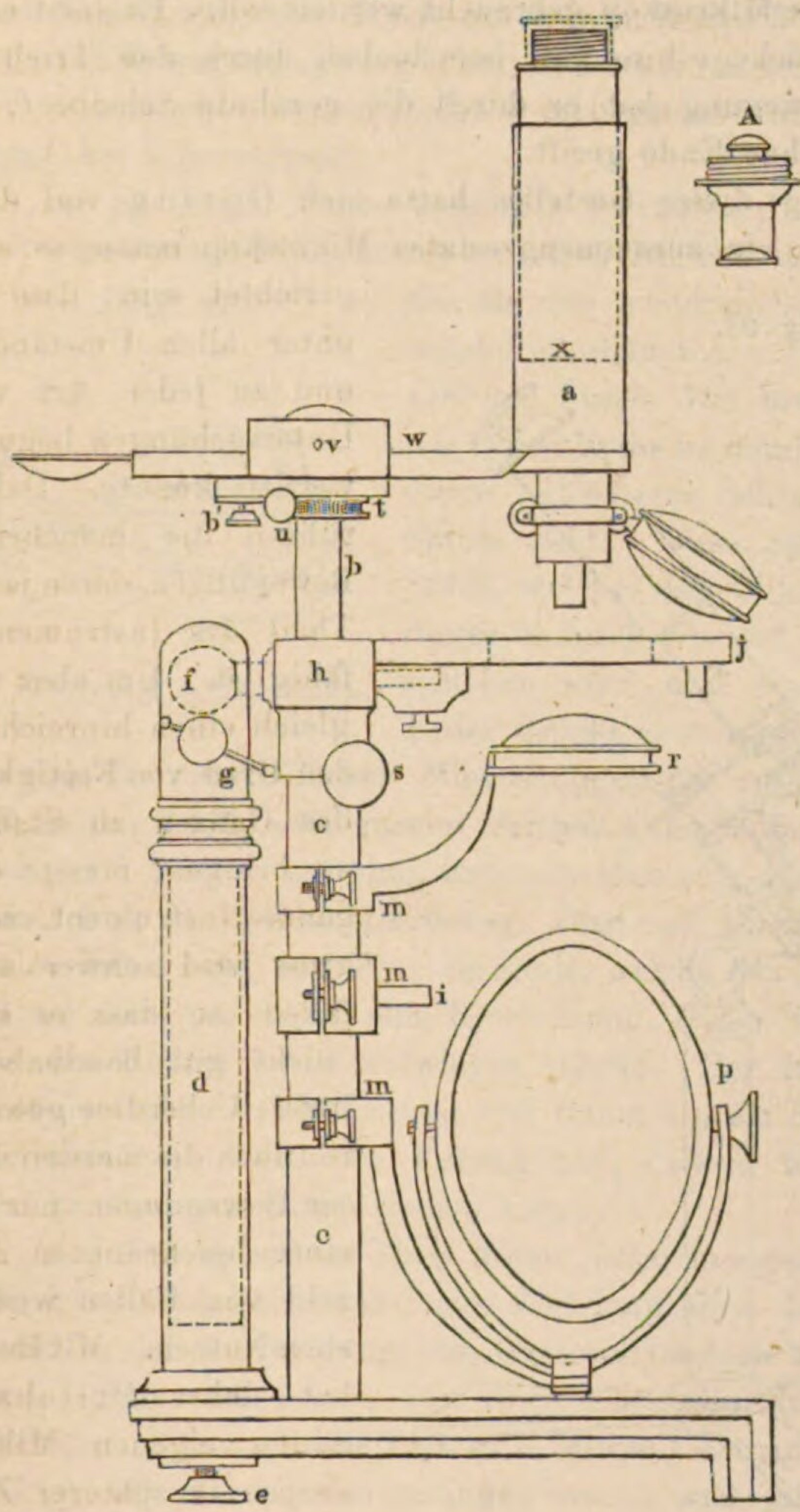
Grossen Einfluss auf die Verbesserung des Mikroskopes in England übte Joseph Jackson Lister, der die Benutzung planconvexer achromatischer Doppellinsen empfahl, wie sie Chevalier bereits angefertigt hatte, und theoretisch die beste Weise nachwies, wie sie zu Linsensystemen vereinigt werden könnten (I, §. 63). Schon früher suchte er auch das Gestell der Mikroskope zu verbessern, und unter seiner Leitung verfertigte James Smith bereits im Jahre 1826 ein zusammengesetztes (doch nicht achromatisches) Mikroskop, woran mehrere von den mechanischen Verbesserungen vorkommen, wodurch sich die späteren englischen Mikroskope so sehr auszeichnen. (Quekett l. l. p. 37, wo dieses Mikroskop auch abgebildet ist.)

Nach Tulley ist vor Allen Andrew Pritchard in London (*Fleetstreet* Nr. 162) als Verfertiger achromatischer Mikroskope zu nennen. Unterstützt von Goring, welcher dadurch, dass er eine Anzahl Probeobjecte in Aufnahme brachte, die sich vor anderen zur Untersuchung eines Mikroskopes eignen, zu dessen allmäliger Verbesserung wesentlich beitrug, verfertigte Pritchard seit 1829 achromatische Linsensysteme, die alsbald mit den damaligen Chevalier'schen und Amici'schen den Vergleich aushielten.

Das erste Mikroskop, bei dem er diese Linsensysteme in Anwendung brachte, war nach den Ideen und Vorschriften Goring's gearbeitet, der ihm den schon früher gebrauchten Namen Engyskop beilegte (Fig. 97) Es ist zuerst beschrieben in den *Microscopic Illustrations by C. R. Goring and A. Pritchard. Lond.* 1830. Auf einem Dreifusse mit verstellbaren Füssen, und ausserdem noch auf der höher und niedriger stellbaren

Schraube *e* ruhend, erhebt sich eine hohle cylindrische Säule, innerhalb deren sich eine zweite Säule *d* befindet; diese lässt sich in der erstern herumdrehen, und mit ihr der ganze Mikroskopkörper. Am oberen Ende dieser zweiten Säule befindet sich eine runde muldenförmige Höhlung: darin steckt die Kugel *f*, mit welcher das Stück *h* verbunden ist, der Träger der Stange *cc* und des vierseitigen Objecttisches *j*. Vermöge dieses Kugelgelenkes kann nun das ganze Instrument in verschiedenartige Richtungen gebracht und unter verschiedenen Winkeln aufgestellt werden. Die Schraube *g* mit dem dazu gehörigen Wirbel dient dazu, die Kugel in der Höhlung unbeweglich festzustellen. An der hohlen cylindrischen Stange *cc* schieben sich die drei Klemmringe *mmm* auf und nieder: der unterste von den dreien trägt den eirunden Spiegel *p*, der auf der andern Seite mit Gyps bestrichen ist; der zweite soll dazu dienen, dass man an die Feder *i* den Objecttisch anschraubt; mit dem obersten ist die grosse Beleuchtungslinse *r* verbunden. In der Höhlung des Stabes *cc* bewegt sich durch den Trieb *s* die gezahnte Stange *b*; dieselbe ist dreiseitig, hat abgestumpfte Kanten und passt in die dreieckige Höhle zweier Stücke, die sich im obersten

Fig. 97.

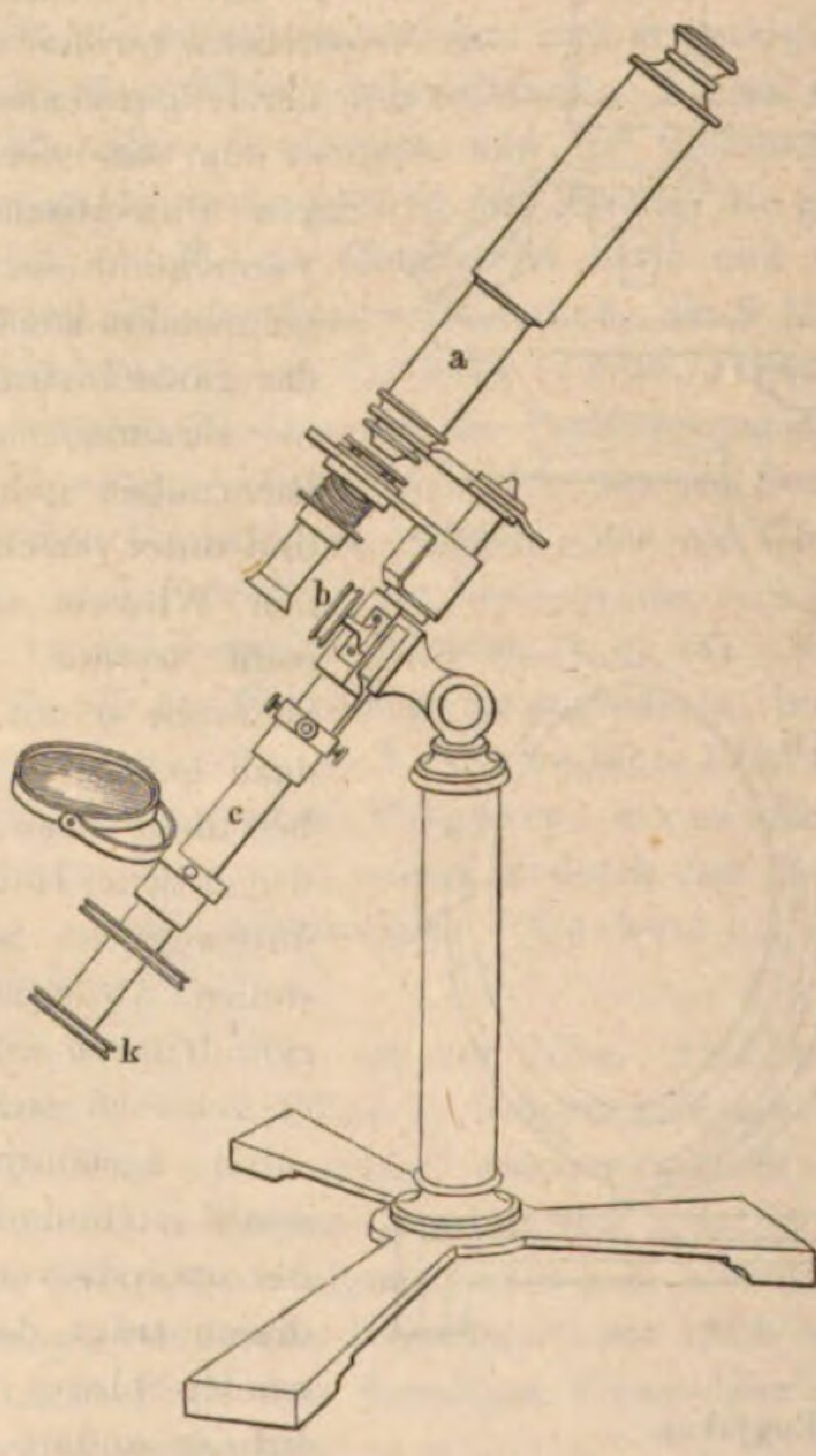


Goring's Engyskop.

Theile der Stange *cc* befinden. Auf dieser dreiseitigen oder eigentlich sechsseitigen Stange ruht der Arm *w*, der an dem einen Ende das Mikroskoprohr *a* trägt, am anderen dagegen die Linsen, für den Fall, dass das Instrument als einfaches Mikroskop gebraucht werden soll. Es lässt sich dieser Arm in dem Stücke *v* hin- und herschieben durch den Trieb *b*, und eine drehende Bewegung hat er durch die gezahnte Scheibe *t*, in welche eine Schraube ohne Ende greift.

Bei der Erfindung dieses Gestelles hatte sich Goring von dem Gedanken leiten lassen, ein zusammengesetztes Mikroskop müsse so eingerichtet sein, dass es unter allen Umständen und zu jeder Art von Untersuchungen benutzt werden könnte. Daher rühren die mancherlei Bewegungen, deren jeder Theil des Instrumentes fähig ist. Um aber zugleich einen hinreichenden Grad von Festigkeit des Ganzen zu Stande zu bringen, musste das ganze Instrument sehr gross und schwer ausfallen, so dass es sich nicht gut handhaben liess. Ueberdies gewähren auch die meisten dieser Bewegungen nur in einer beschränkten Anzahl von Fällen wirklichen Nutzen. Mit Recht hat daher Pritchard seinen eigenen Mikroskopen in späterer Zeit eine andere Einrichtung gegeben.

Fig. 98.



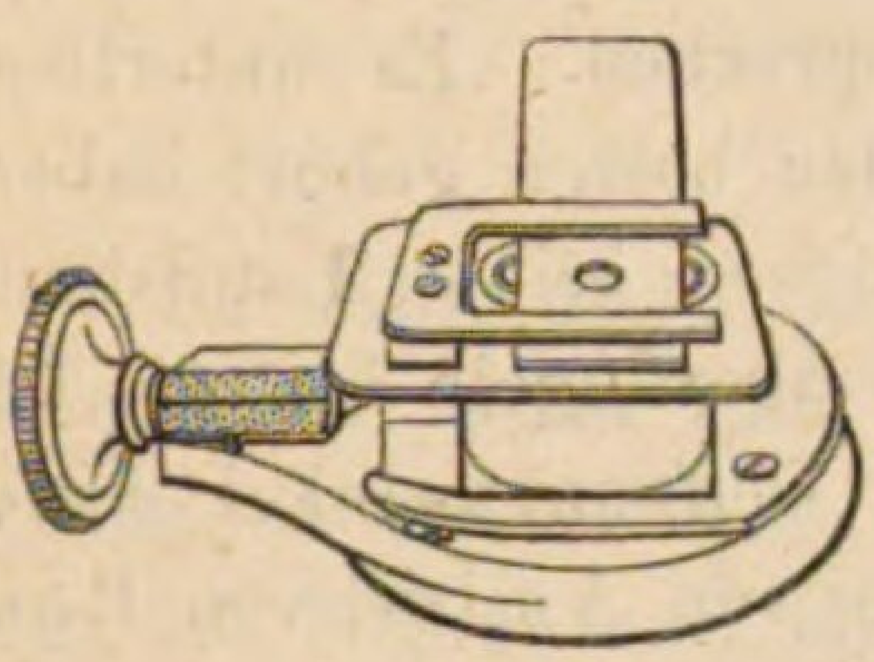
Mikroskop von Pritchard.

Ein Pritchard'sches Mikroskop vom Jahre 1837 ist in Fig. 98 dargestellt. Eine Erklärung dieses Mikroskopes ist kaum nöthig, da der wichtigste Theil der Einrichtung ganz mit jener seines einfachen Mikroskopes (s. Fig. 54) übereinstimmt. Auch lässt es sich auf der Stelle in dieses

umwandeln, wenn man das Mikroskoprohr *a* aus dem Ringe entfernt, in den es eingeschraubt ist. Dieses Gestell ist auch insofern besser als das Goring'sche, weil neben der raschen Bewegung des Objecttisches durch einen Trieb, wozu der breite geränderte Knopf *b* gehört, auch noch für langsame Bewegung gesorgt ist, und zwar in der früher beschriebenen Weise durch eine in dem Rohre *c* verborgene Mikrometerschraube, deren Knopf bei *k* hervorragt.

Im nämlichen Jahre beschrieb Pritchard (*Micrographia* p. 218) noch eine andere Einrichtung zu feiner Einstellung der Objecte (Fig. 99), die zu den vorzüglichern unter denen zählt, welche überhaupt von Pritchard (*Microscopic Cabinet.* Chapt. 15) beschrieben worden sind. Am Objecttische ist nämlich eine Platte befestigt, durch welche eine Schraube mit kegelförmiger Spitze geht. Diese Spitze drückt gegen das Stück, welches den Objectträger bildet, so dass dieses dadurch wie auf einer geneigten Fläche gehoben wird, und eine darüber angebrachte Feder drückt es wieder nach unten.

Fig. 99.



Pritchard's Objecttisch.

Die Pritchard'schen Mikroskopgestelle aus späterer Zeit, wie sie z. B. in der 1845 erschienenen dritten Auflage der *Microscopic Illustrations* p. 88 beschrieben sind, unterscheiden sich von Fig. 98 hauptsächlich darin, dass das ganze Mikroskop, statt auf einem Dreifusse, auf einem runden Fusse ruht, und dass die Säule, welche den Mikroskopkörper trägt, sich um ihre Axe dreht, eine Einrichtung, deren Nutzen die verursachten grösseren Kosten kaum aufwiegen dürfte. Der runde Fuss dagegen ist wohlfeiler und nimmt nicht so viel Raum ein als der Dreifuss, der seinerseits wiederum darin den Vorzug hat, dass er überall auch auf einem nicht ganz ebenen Boden stehen kann.

Was den optischen Theil dieser zusammengesetzten Mikroskope betrifft, so scheint Pritchard eine Zeit lang allen Anderen voraus gewesen zu sein in der Anfertigung von Objectivsystemen mit sehr kurzer Brennweite. Schon 1837 war von dergleichen die Rede, deren Brennweite nicht über $^1/_{18}$ englische Zoll (1,3 Millim.) betrug (*Micrographia.* Lond. 1837, p. 46), also eine so geringe, wie sie auch jetzt nur noch von wenigen erreicht wird.

Zu Pritchard's Mikroskopen gehören gewöhnlich sechs achromatische Linsensysteme, die nach eigener Angabe (*Microsc. Illustr.* 1845 p. 99) folgende Brennweiten und Oeffnungswinkel haben:

2 engl. Zoll	=	50,8mm	mit	10°	Oeffnungswinkel;
1 „ „	=	25,4	„	15	„
1/2 „ „	=	12,7	„	22	„
1/4 „ „	=	6,4	„	40	„
1/8 „ „	=	3,2	„	50	„
1/16 „ „	=	1,6	„	70	„

Ferner kommen drei Oculare dazu, die sich im Vergrösserungsvermögen wie 1 : 2 : 4 verhalten, so dass man Vergrösserungen von 20 bis zu 3000 bekommen kann.

Ueber die relative Tüchtigkeit der Pritchard'schen Mikroskope kann ich nicht nach eigener Prüfung mich aussprechen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass sie viele Jahre hindurch zu den besten gehört haben. Pritchard hat sich aber wohl später von manchen seiner Landsleute und ebenso von manchen Optikern des Festlandes überflügeln lassen. Die vorstehende kleine Tabelle zeigt auch, dass die Oeffnungswinkel seiner Linsensysteme kleiner sind als an den Objectiven von Amici, von Ross und Powell. Ferner fehlt auch den Pritchard'schen Mikroskopen der Correctionsapparat für die Deckplättchen, der bei den anderen neueren englischen Mikroskopen überall vorkommt.

Die jüngste Erwähnung eines Pritchard'schen Mikroskopes habe ich im *Report of Juries* der Londoner Ausstellung von 1851 gefunden, wo es von einem zur Ausstellung gebrachten Instrumente heisst: „Ein achromatisches Mikroskop von altmodischer Form, mit mässig guten (*indifferent*) Objectiven, welches im mechanischen Theile ganz gut ist."

In der Zeitordnung folgt auf Pritchard zunächst Andrew Ross in London (*Featherstone Buildings, Holborn Nr.* 2), der nun bereits 1861 gestorben, und in dessen Geschäfte der Sohn Thomas Ross nachgefolgt ist. Er begann im Jahre 1832 mit der Anfertigung achromatischer Linsen. Schon im vorhergehenden Jahre hatte er sich aber als tüchtiger Mechaniker bekannt gemacht durch das oben (S. 89) beschriebene einfache Mikroskop, und ausserdem hatte er auch Gelegenheit gehabt, mit der Theorie des Achromatismus vertraut zu werden, da er Barlow bei der Darstellung des Flüssigkeitsobjectivs für Fernrohre geholfen und dabei auch die Berechnung der nöthigen Krümmungen für eine solche Linse ausgeführt hatte (Quekett l. l. p. 41).

Ross hat sich besonders Mühe gegeben, den Oeffnungswinkel der Linsensysteme zu vergrössern, was ihm auch so gut gelungen ist, dass seine Objective in dieser Beziehung längere Zeit hindurch alle anderen übertrafen; auch gegenwärtig noch erreichen ihn nur wenige. Die folgende Uebersicht seiner Fortschritte, wie er sie zum Theil selbst mitgetheilt hat (Quekett l. l. p. 430) ist deshalb nicht ohne Interesse.

Zeit der Verfertigung.	Brennweite.	Oeffnungswinkel.
1832 . . .	1 engl. Zoll = 25,4^{mm}	. . . 14^0
1833 . . .	Desgl.	. . . 18
1834 . . .	1/4 engl. Zoll = 6,5	. . . 55
1836 . . .	1 „ „ = 25,4	. . . 15
„ . . .	1/8 „ „ = 3,2	. . . 60
„ . . .	1/10 „ „ = 2,5	. . . 72
„ . . .	1 „ „ = 25,4	. . . 22
„ . . .	1/8 „ „ = 3,2	. . . 64
1842 . . .	1/2 „ „ = 12,7	. . . 44
„ . . .	1/4 „ „ = 6,3	. . . 63
„ . . .	1/8 „ „ = 3,2	. . . 74.

Im Jahre 1844 besuchte Amici England und brachte ein Linsensystem mit, wozu statt des Flintglases das schwere Glas von Faraday verwendet worden war; es hatte eine Brennweite von 1/7 englische Zoll oder 3,6 Millim. und einen Oeffnungswinkel von 112^0. Ross verfertigte ein Objectiv von gleicher Zusammensetzung, fand aber das Glas von Faraday zu weich und zu zerbrechlich, um eine feine Politur anzunehmen. Deshalb wandte er sich wieder zum gewöhnlichen Flintglase, und endlich brachte er Objective von 1/8 Zoll (3,2 Millim.) mit einem Oeffnungswinkel von 85^0, und Objective von 1/12 Zoll (2,1 Millim.) mit einem Oeffnungswinkel von 135^0 zu Stande.

Das Mikroskop, welches Ross 1851 auf die Londoner Ausstellung lieferte und wofür er die Medaille erhielt, hatte folgende Objective:

1 engl. Zoll	= 25,4^{mm}	Brennweite mit	27^0	Oeffnungswinkel;
1/2 „ „	= 12,7	„ „	60	„
1/5 „ „	= 5,1	„ „	113	„
1/8 „ „	= 3,2	„ „	107	„
1/12 „ „	= 2,1	„ „	135	„

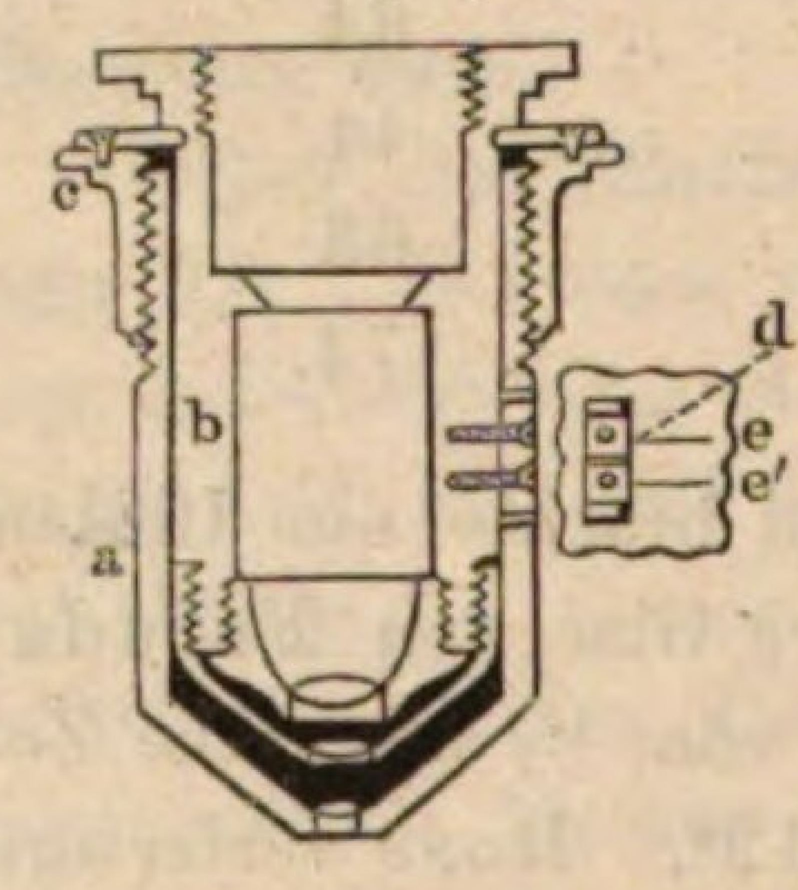
Von der Jury wurde dieses Mikroskop sehr gelobt, namentlich darüber, dass die Doppellinsen, welche die Objective zusammensetzten, aus verschiedenen Glassorten bestanden, wodurch die Farben des secundären Spectrums, die bei Objectiven von gewöhnlicher Zusammensetzung stets zurückbleiben, fast gänzlich beseitigt waren.

Spätere Objective von Ross haben aber selbst einen noch weit grösseren Oeffnungswinkel. Objective von 1/8 Zoll (3,2 Millim.) Brennweite und einem Oeffnungswinkel von 155^0 erwähnte 1853 bei der Jahressitzung der *Microscopical Society* deren Präsident G. Jackson. (*Quart. Journ.* 1853, III. *Transact.* p. 82.)

Auch hat Ross in England zuerst beobachtet, dass ein Linsensystem, welches gut aplanatisch wirkt, so lange die damit betrachteten Objecte

unbedeckt sind, diese Eigenschaft verlieren kann, sobald ein Deckplättchen auf die letzteren kommt. Er entdeckte dies im Jahre 1837 (*Transact. of the Soc. of Arts* 1837, XLVIII, p. 8), ohne, wie es scheint, zu wissen, dass Amici bereits früher, im Jahre 1829, diesen Einfluss beobachtet hatte. Auch schlug er zur Beseitigung dieses Uebelstandes einen ganz andern, später auch von vielen Anderen befolgten Weg ein, indem er den Abstand zwischen der stärksten untersten Linse und den beiden oberen Linsen veränderlich machte, wie es Fig. 100 im Durchschnitte dargestellt ist. Am Ende der Röhre *a* befindet sich die vorderste oder unterste Linse; diese Röhre gleitet aber über der Röhre *b*, worin die übrigen Linsen stecken. Soll nun in der Linsenstellung eine Veränderung vorgenommen werden, so kann man durch Umdrehen der Schraube *c* die äussere Röhre *a* über die innere bewegen. In der Röhre *a* befindet sich eine Oeffnung, durch welche man den auf der inneren Röhre befindlichen Strich *d* sieht, und die äussere Röhre hat selbst zwei Striche *e* und *e'*, einen längeren und einen kürzeren. Fällt der längere Strich mit dem Striche auf der inneren Röhre zusammen, dann passt das Objectiv für ein unbedecktes Object; liegt dagegen der innere Strich mit dem kürzeren äusseren Striche in gleicher Linie, dann ist das Objectiv für ein Deckplättchen von $^1/_{100}$ engl. Zoll ($^1/_4$ Millimeter) Dicke corrigirt.

Fig. 100.



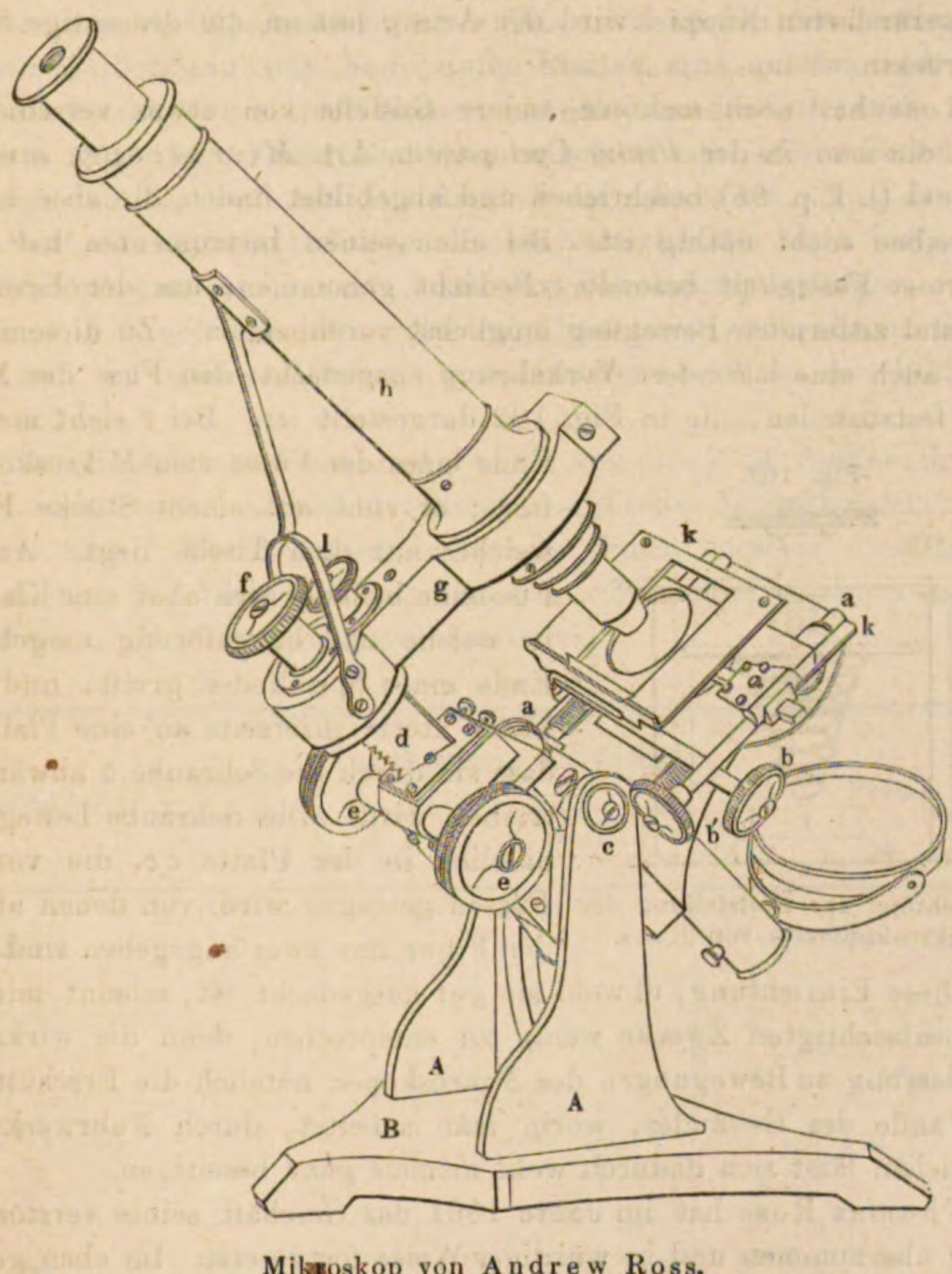
Objectiv von Ross mit veränderlicher Linsenstellung.

Ich hatte 1860 Gelegenheit, ein dem Rotterdamer Krankenhause gehöriges grosses Mikroskop von Ross aus dem Jahre 1858 zu untersuchen, und seine Objective vergleichend zu prüfen. Sie übertrafen alle mir bekannten im Unterscheidungs- und Begrenzungsvermögen, die schwächeren sowohl als die stärkeren. Das stärkste System mit angeblich $^1/_{12}$ Zoll Brennweite, welches aber in der Vergrösserung etwa mit Hartnack's Immersionssystem Nr. 10 auf gleiche Stufe steht, somit in Wirklichkeit eine etwas kürzere Brennweite von $^1/_{15}$ Zoll oder 1,7 Millim. hat, gab vornehmlich ungemein scharfe Bilder, und übertraf, auch ohne das Hülfsmittel der Immersion, mit den nämlichen Ocularen und bei der nämlichen Beleuchtung das Hartnack'sche Objectiv entschieden. Bei der vergleichenden Prüfung musste ich mich auf ein Paar von den schwierigsten Probeobjecten beschränken. Doch stehe ich nicht an, dieses Objectiv als das vorzüglichste unter allen mir vorgekommenen zu bezeichnen.

Die Gestelle von Ross sind mehr oder weniger zusammengesetzt und stehen danach auch mehr oder weniger hoch im Preise. Das vollständigste, welches er selbst 1843 im *London physiological Journal* beschrieb, ist in Fig. 101 dargestellt. Auf einem schweren Dreifusse *B* er-

heben sich zwei vertical stehende Theile *AA* *). Bei *c* befindet sich eine Axe, um welche das ganze Instrument in verticaler Ebene sich herumdreht.

Fig. 101.



Mikroskop von Andrew Ross.

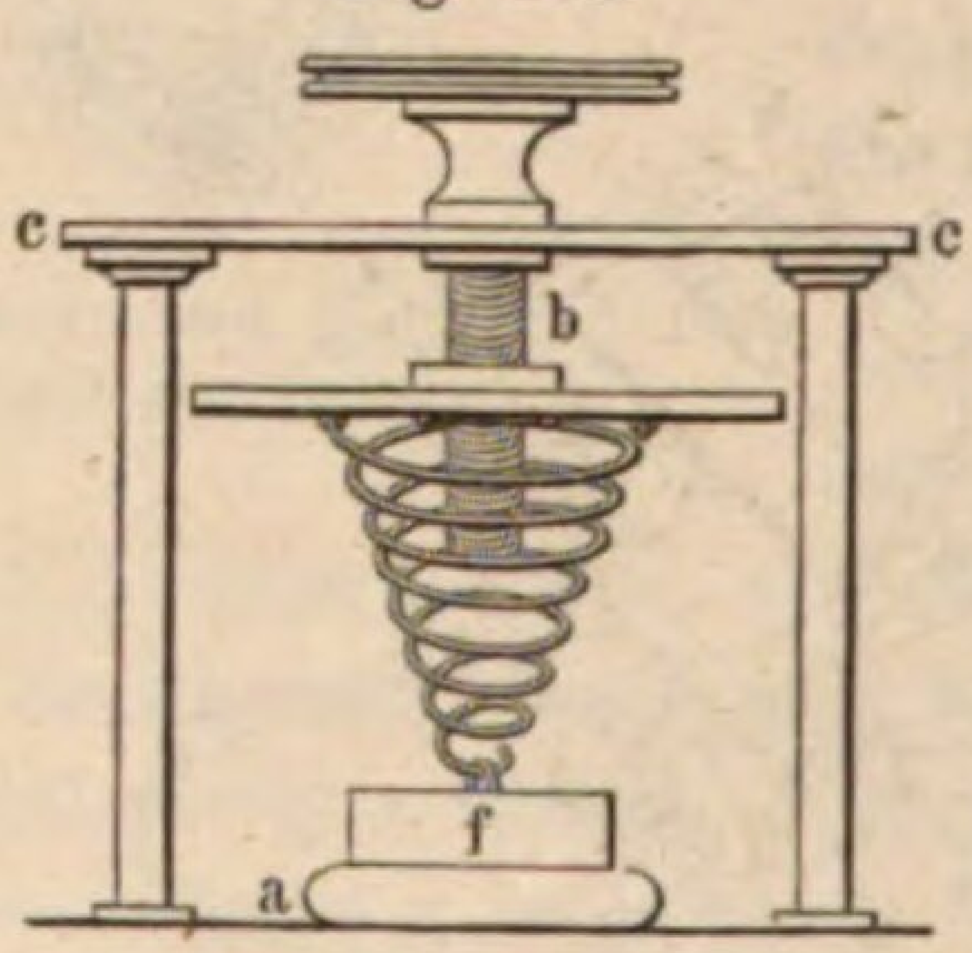
Dieses ist aber so eingerichtet, dass der Drehpunkt ziemlich mit dem Schwerpunkte des Ganzen zusammenfällt. Der Objecttisch *kk* ist in zwei rechtwinkelig gegen einander gestellten Richtungen über einen zollgrossen Raum beweglich mittelst der gereiften Cylinder *aa*, welche durch Drehung der geränderten Knöpfe *b* und *b'* in Bewegung gesetzt werden. Die dreiseitige Stange *d*, welche den Arm *g* mit dem Mikroskoprohre *h* trägt, wird durch die geränderten Knöpfe *ee* auf- und niederbewegt; zur feineren

*) Die Benutzung zweier Säulen oder Stangen statt einer, um den Körper des Mikroskopes horizontal stellen zu können, wurde zuerst von **George Jackson** im Jahre 1838 eingeführt (*Microsc. Journal.* I, p. 177).

Einstellung dient aber der geränderte Knopf *f*, der mit einer Schraube und einem Hebel verbunden ist, so dass das Mikroskoprohr durch jede vollständige Umdrehung um $^1/_{300}$ Zoll sich hebt oder senkt. Durch den andern geränderten Knopf *l* wird der Arm *g* fest an die dreiseitige Stange *d* gedrückt.

Ross hat noch mehrere andere Gestelle von etwas verschiedener Form, die man in der *Penny Cyclopaedia*, Art. *Microscope*, sowie bei Quekett (l. l. p. 86) beschrieben und abgebildet findet, die aber hier zu beschreiben nicht nöthig ist. Bei allen seinen Instrumenten hat Ross auf grosse Festigkeit besonders Bedacht genommen, um der Erschütterung und zitternden Bewegung möglichst vorzubeugen. Zu diesem Ende hat er auch eine besondere Vorkehrung ausgedacht, den Fuss des Mikroskops festzustellen, die in Fig. 102 dargestellt ist. Bei *f* sieht man das Ende eines der Füsse vom Mikroskopdreifusse; es ruht auf einem Stücke Filz *a*, welches auf dem Tische liegt. An dem Fussende befindet sich aber eine Klammer, in welche das hakenförmig umgebogene Ende einer Spiralfeder greift, und diese Feder stösst ihrerseits an eine Platte, so dass sie durch die Schraube *b* abwärts getrieben wird. Die Schraube bewegt sich nämlich in der Platte *cc*, die von drei Füssen getragen wird, von denen aber in der Figur nur zwei angegeben sind.

Fig. 102.



Einrichtung zur Feststellung des Mikroskopfusses von Ross.

Diese Einrichtung, obwohl sie gut ausgedacht ist, scheint mir doch dem beabsichtigten Zwecke wenig zu entsprechen; denn die wirksamste Veranlassung zu Bewegungen des Mikroskopes, nämlich die Erschütterung der Wände des Gebäudes, worin man arbeitet, durch Fuhrwerke und dergleichen lässt sich dadurch wohl niemals ganz beseitigen.

Thomas Ross hat im Jahre 1861 das Geschäft seines verstorbenen Vaters übernommen und in würdiger Weise fortgesetzt. Im eben genannten Jahre machte er den Objecttisch bedeutend dünner, als an den früheren Instrumenten, so dass er namentlich zur Beobachtung bei schief einfallendem Lichte passt, und ausserdem stattete er ihn zur Bewegung um die Axe sowohl wie in fortschreitender Richtung mit allen Mitteln aus, die an den grösseren englischen Mikroskopen angetroffen werden. Die Beschreibung und Abbildung findet sich im *Quart. Journ.* January 1861. N. Ser. I, p. 67.

Bei der Ausstellung im Jahre 1862 sprach sich die Jury über die von Thomas Ross ausgestellten Mikroskope folgendermaassen aus. „Die Instrumente haben verschiedene Qualität und deshalb auch verschiedene Preise; das bezieht sich aber nur auf ihre grössere oder geringere Zusam-

mensetzung, denn die Arbeit ist bei allen gleich gut. Die optischen Elemente sind bei allen gleich gut, in den Ocularen wie in den Objectiven; es finden sich keine von zweiter oder geringerer Qualität darunter. Die Einrichtung des Objecttisches lässt nichts zu wünschen übrig; die dünnen in querer Richtung sich bewegenden Platten sind an einem drehbaren Ringe befestigt, dessen Durchmesser ausreicht, um die Unterfläche des Objectes in möglichst schiefer Richtung zu beleuchten. Dieses Gestell wurde allgemein als das beste auf der Ausstellung anerkannt. Von den Objectiven lässt sich kaum zu viel sagen: sie zeichnen sich alle durch Verbesserung der Aberrationen und somit durch ihr Begrenzungsvermögen aus; zumal jene mit mittlerer Vergrösserung haben ein ganz ebenes Gesichtsfeld, und im ganzen Umfange des letzteren behalten die Bilder ihre Schärfe."

Eine Schattenseite der Instrumente von Ross ist freilich ihr hoher Preis, der selbst von keinem der übrigen englischen Mikroskopenverfertiger erreicht wird. Die nachstehende Tabelle, worin zugleich die Oeffnungswinkel und die Vergrösserung mit den vier Ocularen angegeben sind, entnehme ich dem Preiscourante von Ross:

Brennweite.	Oeffnungswinkel.	Vergrösserung mit Ocular				Preis.
		A	*B*	*C*	*D*	
2	50°	20	30	40	60	3 Pfund — Schilling
1½	20	40	55	70	90	3 " — "
1	15	60	80	100	120	2 " — "
1	25	"	"	"	"	3 " 10 "
½	65	100	130	180	220	5 " 3 "
¼	95	220	350	500	620	5 " 5 "
⅙	135	320	510	700	910	8 " 8 "
⅛	150	400	670	900	1200	10 " 10 "
1/12	170	650	900	1250	2000	18 " — "

Ein vollständiger Satz der Objective kommt somit fast auf 60 Pfund. Das grösste Gestell ohne Objective und Oculare und ohne Nebenapparate kostet 30 Pfund. Ein vollständiges Mikroskop von Ross kostet demnach 100 Pfund, d. h. doppelt so viel, als ein grosses Instrument von einem französischen oder deutschen Optiker.

Allerdings hat Ross auch einfachere und deshalb billigere Gestelle bis zu 5 Pfund 10 Schilling herab, natürlich ebenfalls ohne Objective und Oculare, die immer besonders bestellt werden müssen.

Einige Jahre nach Andrew Ross, nämlich 1834, wandte sich Hugh Powell, der bis dahin andere physikalische Instrumente geliefert hatte, dem Mikroskope zu, und innerhalb weniger Jahre brachte er es sehr weit als Mikroskopenverfertiger. Er verband sich mit seinem Schwager Lealand, und die Firma Powell and Lealand in London (4 *Seymour Place, Euston Square, New Road, opposite St. Pancreas Church*) hat jetzt in England gleichen Ruf mit der von Ross.

Zuerst machte sich Powell durch eine zweckmässige Einrichtung zur feinen Einstellung des Objecttisches bekannt (*Transactions of the Soc. of Arts*, 1834. L.). Die langsame Bewegung wird dadurch zu Stande gebracht, dass der Tisch auf drei Füsschen ruht, unter denen drei geneigte Flächen gleichzeitig durch eine Schraube bewegt werden, von deren einmaliger Umdrehung der Tisch um $1/_{300}$ Zoll sich hebt oder sich senkt. Am Knopfe der Schraube ist eine Eintheilung in zwanzig Theile, so dass mithin $1/_{6000}$ Zoll angegeben wird. Auch kann die Einrichtung zugleich zum Messen der Brennweite benutzt werden.

Powell machte aber auch im optischen Theile rasche Fortschritte, und bereits 1840 lieferte er ein achromatisches Objectiv von $^1/_{16}$ engl. Zoll (1,6 Millim) Brennweite, dem von einem competenten Beurtheiler, von Quekett (l. l. p. 43), grosses Lob gezollt wird. Nur ist es unrichtig, wenn Quekett dasselbe als das erste englische Objectiv von so kurzer Brennweite bezeichnet, da Pritchard schon mehrere Jahre früher aplanatische Objective mit gleich kurzer, ja selbst mit noch kürzerer Brennweite hergestellt hatte.

Weiter fortschreitend hat er 1856 ein Objectivsystem von $^1/_{16}$ engl. Zoll Brennweite zu Stande gebracht, welches den damals noch nicht erreichten Oeffnungswinkel von 175° hatte, und dem von Shadbolt (*Quart. Journ.* 1857, XIX. *Transact.* p. 141) das höchste Lob ertheilt wurde.

Die schädliche Wirkung der Deckplättchen suchte er auf dem nämlichen Wege zu beseitigen wie Ross.

Ein Objectiv von angeblich $^1/_{16}$ Z. Brennweite aus dem Jahre 1860 habe ich einer genauen Untersuchung unterwerfen können. Bei stärkster Annäherung der Linsen fand ich 1,36 Mm. (etwa $^1/_{18}$ Zoll) Brennweite und einen Oeffnungswinkel von 175 bis 176°, wobei aber der wirklich nutzbare Theil nicht über 145° betrug. Ich brachte es in directe Parallele mit Hartnack's Immersionssysteme Nr. 10, indem ich beiderlei Objective nach einander dem nämlichen Mikroskope anschraubte, ganz gleich beleuchtete, und durch Verlängerung und Verkürzung des Rohres möglichst die nämliche Vergrösserung zu Stande brachte. Hierbei verhielten sich mehrere schwierige Probeobjecte nahezu auf die nämliche Weise. Eben so wurden auch bei der nämlichen Beleuchtung die gleichnamigen Liniengruppen eines Nobert'schen Probetäfelchens durch beide Objective

gelöst. Wenn ein ganz geringer Unterschied bestand, so fiel der Vorzug dem stärkeren Systeme von Powell und Lealand zu.

Die Brennweite correspondirt so ziemlich jener des Objectivs Nr. 11 von Hartnack, mit dem ich einen directen Vergleich nicht habe anstellen können. Allein wenn man das noch zu Erwähnende mit S. 156 vergleicht, so ersieht man, dass das Powell'sche Objectiv im optischen Vermögen noch etwas nachsteht.

Die Methode, die Grenzen des optischen Vermögens mittelst Luftbläschen zu bestimmen, war bei diesem Objective wegen des geringen Abstandes des Brennpunktes von der Unterfläche der untersten Linse nur schwer zur Anwendung zu bringen. Selbst die dünnsten Deckplättchen waren kaum ausreichend, das Mikroskop ohne Berührung mit dem Deckplättchen so einzustellen, dass das Bildchen unter der Luftblase scharf gesehen wurde. Nur Einmal gelang dieses Verfahren, als zwei parallele Drähte zur Bildbildung benutzt wurden, und da hatte das kleinste Bild

des Drahtes . . $0{,}108^{mmm} = {}^1/_{9260}$ Millimeter,
des Interstitiums. $0{,}188^{mmm} = {}^1/_{5320}$ Millimeter.

Dieser ausnehmend geringe Abstand des Brennpunktes von der unteren Fläche des Objectives steht der Benutzung des letzteren zur Untersuchung organischer Gewebe gar hindernd im Wege. Gleichwohl sind Powell und Lealand auf dieser Bahn noch weiter vorgegangen. Anfangs 1862 hatten sie ein Objectiv mit $^1/_{25}$ Zoll Brennweite gefertigt, wozu aber nach Brooke (*Quart. Journ.* 1864. N. Ser. XIV. *Transact.* p. 74) ein Deckplättchen gehört, das nur 0,003 Zoll (etwa $^1/_{12}$ Millimeter) dick sein darf. Im October 1864 endlich legten sie der Londoner *Microscopical Society* ein Objectiv mit nur $^1/_{50}$ Zoll Brennweite vor*), dem zumal von Beale (*Quart. Journ.* 1865. N. Ser. XVII. *Transact.* p. 26 und XVIII. *Transact.* p. 21) hohes Lob gezollt wird. Selbst noch bei 4000facher Vergrösserung soll das begrenzende Vermögen sehr gross sein.

Die Erfahrung wird erst darüber entscheiden müssen, ob solche starke Objective wirklich als eine Bereicherung der mikroskopischen Untersuchung zu gelten haben. Das darf man aber wohl prophezeien, dass nur eine geringe Anzahl von Fällen vorkommen werden, wo sie mit Vortheil in Anwendung kommen können.

In der umstehenden Tabelle sind die verschiedenen Objective von Powell und Lealand nach dem Preiscourante von 1865 verzeichnet, zugleich mit den Oeffnungswinkeln und den Vergrösserungen.

*) Powell und Lealand sind nicht die Ersten, die solche Objective herstellten. Nachet's Nr. 8 aus dem Jahre 1858 hatte nur 1,07 Millim. ($^1/_{24}$ Zoll) Brennweite. Wenham lieferte aber schon 1856 ein Objectiv mit $^1/_{25}$ Zoll Brennweite, und im Jahre 1860 ein solches mit $^1/_{50}$ Zoll Brennweite (*Quart. Journ.* 1860. XXXI, p. 145).

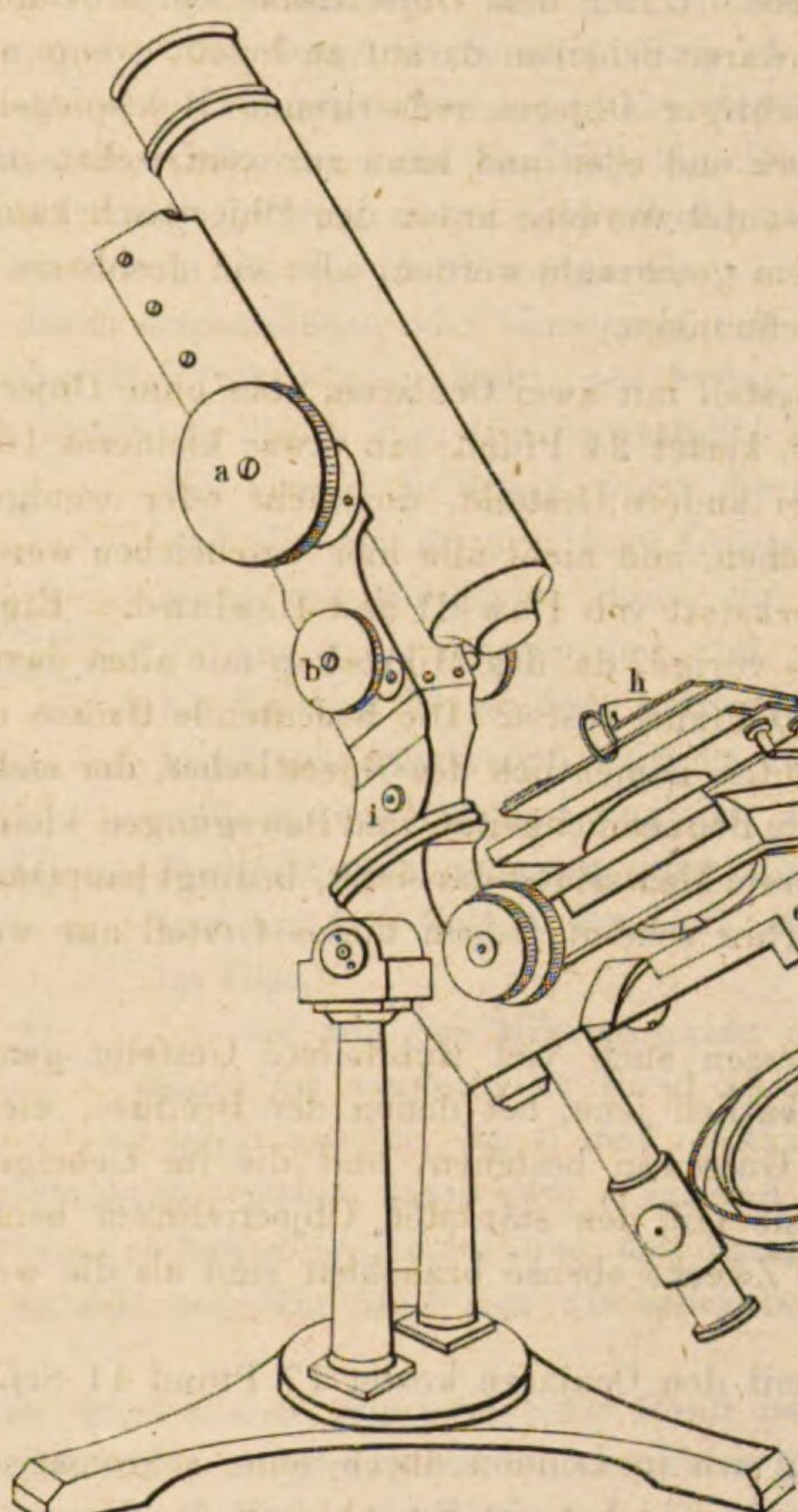
Brennweite in engl. Zoll.	Oeffnungswinkel.	Vergrösserung mit Ocular					Preis.
		1	2	3	4	5	
2	14°	25	37	50	100	150	2 Pfd. 15 Schill.
1½	20	37	56	74	150	220	3 „ — „
1	30	50	74	100	200	300	3 „ 3 „
⅔	32	75	111	150	300	450	3 „ 10 „
½	70	100	148	200	400	600	5 „ — „
⅓	80	125	187	250	500	750	5 „ 5 „
¼	95	200	296	400	800	1200	5 „ 5 „
¼	130	„	„	„	„	„	7 „ 7 „
¼	145	„	„	„	„	„	8 „ 8 „
⅕	100	250	370	500	1000	1500	6 „ 6 „
⅛	130	400	592	800	1600	2400	8 „ 8 „
1/12	145	600	888	1200	2400	3600	10 „ 10 „
1/16	175	800	1184	1600	3200	4800	16 „ 16 „
1/25	160	1250	1850	2500	5000	7500	21 „ — „
1/50	150	2500	3700	5000	10000	15000*)	31 „ 10 „

Das Mechanische an Powell's Mikroskopen verdient alles Lob; mit Zierlichkeit, Feinheit und genauer Arbeit verbindet sich Festigkeit. Er hat übrigens verschiedene Gestelle, an denen er nach einander verschiedene Veränderungen vorgenommen hat. Eines seiner grossen Mikroskope, wie er sie seit 1841 (*Microscopic. Journ.* I, p. 177) lieferte, ist Fig. 103 dargestellt. Auf einem festen messingenen Dreifusse ruht eine runde Platte, die sich herumdrehen lässt; auf ihr stehen zwei runde Säulen,

*) Wer diese ausserordentlichen Vergrösserungen sieht, der kann leicht auf den Gedanken kommen, dass mit einem derartigen Instrumente auch weit mehr muss gesehen werden können, als mit Instrumenten, die nicht über 1500 bis 1800 Mal hinausgehen, wie die auf dem Continente gefertigten Mikroskope. Ich muss daher bemerken, dass durch die Zahlen in dieser Tabelle nur berechnete Vergrösserungen angegeben werden, und daraus noch keineswegs gefolgert werden darf, es werde mittelst dieser starken Vergrösserungen an den Objecten noch etwas mehr zur Wahrnehmung kommen, als was man schon bei den schwächeren Vergrösserungen erkennt. Aus eigener Erfahrung kann ich über die stärksten Objectivsysteme von Powell und Lealand kein Urtheil abgeben, aber gerade jetzt (6. Juli) schreibt mir Herr van Heurck, der eben aus London zurückgekehrt ist: *J'ai vu chez Mr. Beale les 1/25 et 1/50 de pouce de Powell et Lealand. Je n'en ai pas été fort satisfait. Il faut un éclairage disposé tout spécialement, et il me semble, que les contours des images n'étaient pas des plus nettes.*

zwischen denen der Körper des Mikroskopes eine verticale, ebenso aber auch eine unter verschiedenen Winkeln geneigte Stellung annehmen kann.

Fig. 103.



Grosses Mikroskop von Powell und Lealand.

Zur groben Einstellung dient der geränderte Knopf *a*, durch welchen ein Trieb in Bewegung gesetzt wird. Die feinere Einstellung geht vom Knopfe *b* aus, oder von einem ähnlichen auf der entgegengesetzten Seite: mit der hierdurch umgedrehten Schraube hängt ein kegelförmiges Stück zusammen, wogegen ein anderes Stück, das mit dem Rohre verbunden ist, mittelst einer Feder andrückt. Der unterste Theil des Armes, welcher das Rohr trägt, hat bei *i* einen kegelförmigen Stachel, der in das Stück passt, womit der Objecttisch verbunden ist, und so lässt sich das Rohr zur Seite drehen, wenn das Objectiv gewechselt werden soll. Der Object-

tisch hat den beweglichen Tyrrell'schen Schlitten, von dem weiterhin die Rede sein wird, und auch ein Schraubenmikrometer; er kann ferner um seine Axe gedreht werden, und oben hat er eine Klemmfeder *h* zum Festhalten der Objecte. Unter dem Objecttische bei *e* befindet sich ein kurzer Arm, um schwarze Scheiben darauf zu legen, wenn man zur Beleuchtung undurchsichtiger Objecte reflectirende Hohlspiegel gebraucht. Der Spiegel ist concav und eben und kann zur centrischen und excentrischen Beleuchtung benutzt werden; unter den Objecttisch kann ein achromatisches Linsensystem geschraubt werden, oder ein drehbares Diaphragma mit verschiedenen Oeffnungen.

Dieses grosse Gestell mit zwei Ocularen, aber ohne Objective, Nebenapparate und Kasten, kostet 24 Pfund; ein etwas kleineres 16 Pfund.

Auch mancherlei andere Gestelle, die mehr oder weniger von dem beschriebenen abweichen, und nicht alle hier beschrieben werden können, kommen aus der Werkstatt von Powell und Lealand. Eines davon ist noch theurer als das vorige, da das Mikroskop mit allen dazu gehörigen Apparaten gegen 100 Pfund kostet. Die bedeutende Grösse und Schwere des ganzen Instrumentes, namentlich des Objecttisches, der sieben Quadratzoll gross ist und alle Bequemlichkeiten und Bewegungen kleinerer Instrumente nur in grösserem Maassstabe darbietet, bedingt hauptsächlich diesen hohen Preis. Späterhin scheint jedoch dieses Gestell nur wenig gesucht worden zu sein.

Sie haben indessen auch viel wohlfeilere Gestelle gemacht. Viel Abgang haben namentlich jene, bei denen der Dreifuss, die Säulen und der Objecttisch aus Gusseisen bestehen, und die im Uebrigen so eingerichtet sind, dass sie mit den stärksten Objectivlinsen benutzt werden können und für alle Zwecke ebenso brauchbar sind als die weit theureren Instrumente.

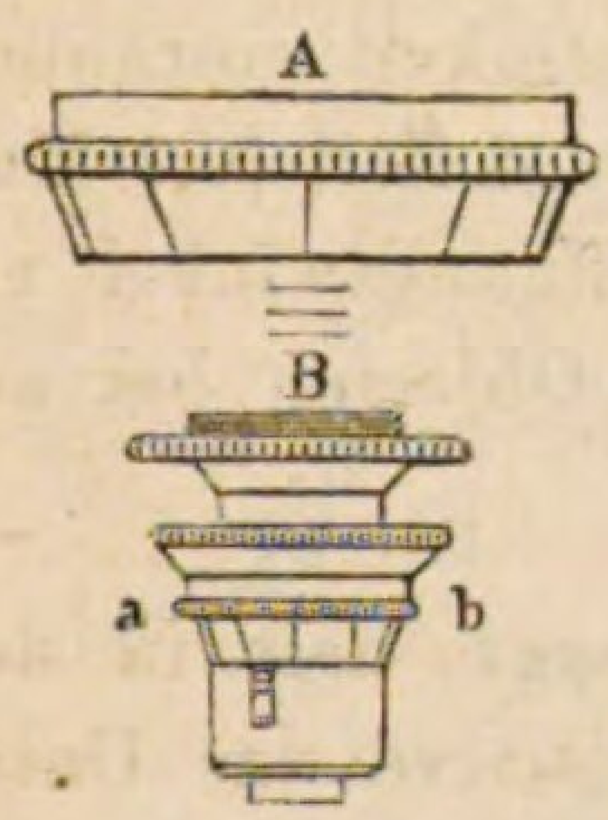
Dieses Gestell mit den Ocularen kostet 17 Pfund 11 Schilling.

Der Dritte, der sich in London durch seine achromatischen Mikroskope einen Namen gemacht hat, ist Smith, mit der Firma: Smith *and* Beck, jetzt aber Smith, Beck *and* Beck (Nr. 31 *Cornhill* E. C.). Smith hatte schon viele Jahre früher gewöhnliche Mikroskope verfertigt. Achromatische Objectivlinsen fertigte er erst 1839, und 1841 legte er der *Microscopical Society* ein Mikroskop vor, welches im folgenden Jahre (*Microscop. Journal* II, p. 1) beschrieben wurde. Es gehörten vier Objectivlinsen dazu, welche theils für sich, theils mit einander verbunden gebraucht werden konnten; die stärkste hatte $^1/_4$ Zoll Brennweite. Er verbesserte aber seine Mikroskope mehr und mehr und liefert jetzt auch Objectivsysteme von $^1/_8$ und $^1/_{12}$ Zoll, seit 1863 auch von $^1/_{20}$ Zoll Brennweite.

Das Verfahren von Ross, die Objective für die Benutzung von Deckplättchen einzurichten, hat durch Smith eine erfolgreiche Verbesserung

erfahren, die wohl bald allgemeiner befolgt werden wird, da sie in noch stärkerem Maasse als die Amici'sche Methode auch bei Deckplättchen von sehr verschiedener Dicke zulässig ist. Smith stimmt darin mit Ross und mit Powell überein, dass die unterste Linse des Systems durch Drehung des Röhrchens, worin sie gefasst ist, den beiden anderen mehr genähert oder entfernter davon gerückt werden kann; er wendet aber ein Mittel an, wodurch, wenn die Dicke des Deckplättchens bekannt ist, diese Entfernung derartig eingerichtet wird, dass sie der Dicke des Deckplättchens sowohl als der Entfernung zwischen Ocular und Objectiv, welche hier durch Herausziehen oder Hineinschieben des innersten Rohres verlängert oder verkürzt werden kann, am besten entspricht. Er hat nämlich den Objectiven die in Fig. 104 dargestellte Einrichtung gegeben.

Fig. 104.



Objectiv mit verstellbaren Linsen von Smith.

Die bewegliche Röhre, worin die unterste Linse steckt, und die bei A in wahrer Grösse dargestellt ist, hat einen vorspringenden Rand mit zehn Eintheilungen, die von 0 bis 9 gezeichnet sind. Eine gleichwerthige Eintheilung ist an dem geränderten Knopfe des Mikroskopes angebracht, mittelst dessen die feine Einstellung bewirkt und zugleich auch die Dicke der Deckplättchen gemessen wird: 15 Abtheilungen kommen auf $^1/_{100}$ Zoll in der Luft, etwa 10 auf $^1/_{100}$ Zoll im Glas.

Ist nun das Mikroskoprohr nicht ausgezogen, so muss der eingetheilte Rand ab des Objectives B gedreht werden, bis 0 dem verticalen Striche auf der Röhre gegenübersteht, wobei dann zwei oder drei horizontale Striche, deren jeder eine vollständige Umdrehung des Randes bezeichnet, ganz freiliegen. So weit ungefähr lässt sich die Schraube ohne Mühe herumdrehen.

Will man dann wissen, wie weit jener Rand gedreht werden muss, damit das Objectiv für ein Deckplättchen von einer gewissen Dicke passt, so multiplicirt man die Zahl der Theilungen, wodurch die Dicke angegeben wird, die also auf dem geränderten Knopfe zur feinen Einstelllung stehen, mit 0,7 für das Objectiv von $^4/_{10}$ Zoll Brennweite, und mit 0,9 für das Objectiv von $^1/_4$ Zoll Brennweite. Man bekommt die verlangte Verbesserung, wenn man den Rand bis zur Ziffer des erhaltenen Productes dreht, indem man ihn abwärts schraubt und das Rohr der untersten Linse aufwärts drückt.

Ist das Mikroskoprohr ausgezogen und hat das benutzte Objectiv $^4/_{10}$ Zoll Brennweite, so muss die Ziffer, auf welche der Rand eingestellt wird, vermehrt werden um:

2,5	Abtheilungen	für	1	Zoll	Auszug,
4	„	„	2	„	„
5	„	„	3	„	„
6	„	„	5	„	„

Beim Objective von 1/4 Zoll Brennweite übt die Verlängerung des Rohres weniger Einfluss. Für die vier ersten Zolle der Verlängerung kann man jedoch rechnen, dass die Ziffer für jeden Zoll um eine Abtheilung vermehrt werden muss.

Die Mikroskope von Smith erfreuten sich vieler Anerkennung. Auf der Londoner Ausstellung im Jahre 1851 erhielt er den nämlichen Preis wie Ross, und auf der Pariser Ausstellung im Jahre 1855 bekam er eine Medaille erster Classe. Die Objective sind vortrefflich, wenn auch die Londoner Jury jenen von Ross eine grössere Tüchtigkeit einräumte. Erwähnt muss werden, dass Smith Objective von 4/10 engl. Zoll (6,1 Mm.) Brennweite verfertigt mit dem ausserordentlichen Oeffnungswinkel von 90^0, wodurch sie sich besonders zur Beobachtung von Objecten bei auffallendem Lichte eignen.

Man hat sich indessen immer mehr davon überzeugt, dass in dem Maasse, als durch Vergrösserung der Oeffnung der Objective das Unterscheidungsvermögen des Mikroskopes zunimmt, dessen begrenzendes Vermögen abnimmt. In der Rede, womit Georg Shadbolt am 11. Februar 1857 die Versammlung der *Microscopical Society* eröffnete (*Quart. Journ.* 1857. XIX. *Transact.* p. 143), liest man daher, dass Smith und Beck ihre stärkeren Objective mit einem drehbaren Diaphragma mit verschiedenen Oeffnungen versehen haben, damit die Oeffnung des Objectivs nach Willkür vergrössert oder verkleinert werden kann. Diese Einrichtung habe ich aber schon 1849 empfohlen.

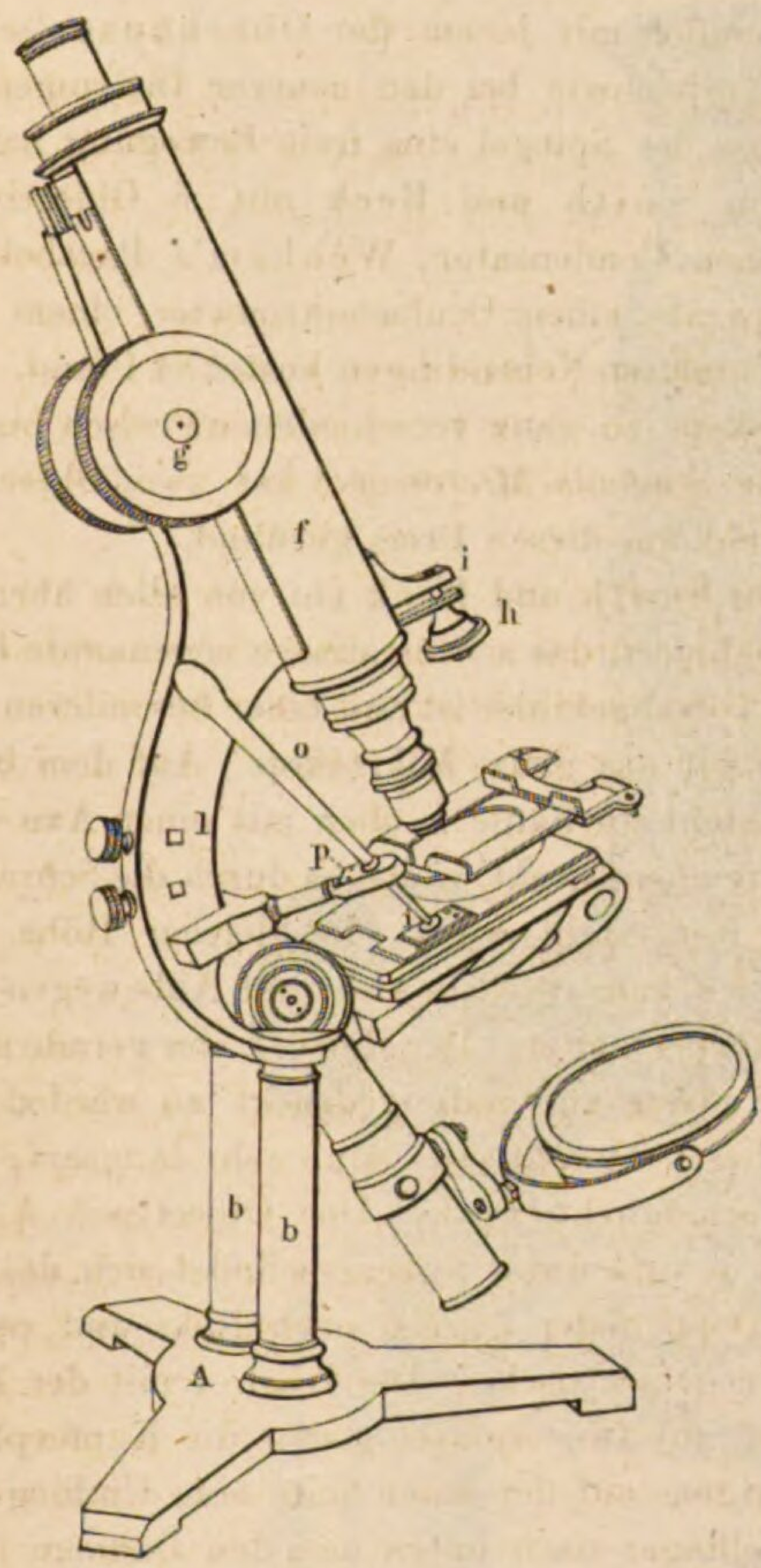
Smith hat folgende Preise für seine Objective:

Brennweite in engl. Zollen.	Oeffnungswinkel.	Preis.
2	10^0	1 Pfund 10 Schilling
1 1/2	20	1 „ 10 „
1	22	2 „ 10 „
1/2	40	2 „ 10 „
1/4	75	2 „ 10 „
1/8	120	5 „ 5 „

Die neueren Preise für die Systeme 1/12 und 1/20 Zoll sind mir unbekannt. Früher war 1/12 Zoll mit 10 Pfund 10 Schilling angesetzt, wahrscheinlich ist aber der Preis jetzt etwas höher.

Smith hat auch verschiedene Gestelle, natürlich zu verschiedenen Preisen. Ein grosses Mikroskop desselben ist Fig. 105 dargestellt. Auf dem festen Dreifusse *A* ruhen die Säulen *b* und *b*. Diese haben oben Charniere, zwischen denen der Arm *l* aufgehangen ist und mittelst deren das ganze Instrument verschiedene Winkelstellungen bekommen kann. Dieser Arm hat ganz nach oben und innen zwei Rinnen, in denen sich zwei Stangen auf- und niederbewegen, die an das Mikroskoprohr *f* befestigt sind Eine Rinne nebst der zugehörigen Stange ist dreikantig, die andere eben und mit einer Zahnleiste versehen; die letztere ist dazu bestimmt, durch den geränderten Knopf *g* das Mikroskoprohr auf und nieder zu schieben, während die erstere hierbei nur als Conductor dient. Innerhalb des Mikroskoprohres befindet sich ein zweites, das ausgezogen werden kann und zur Aufnahme der Oculare bestimmt ist; an sein unteres Ende aber passt ein kürzeres Rohr, welches durch die Schraube *i* sich auf- und niederwärts schieben lässt, die ihrerseits wieder auf das Ende eines Hebels wirkt, wodurch die feine Einstellung zu Stande kommt. Auf den geränderten Knopf *h* sind zehn Abtheilungen eingeschnitten, um die Dicke der Deckplättchen zu messen. Der Objecttisch hat zweierlei Bewegungsapparate, nämlich den Schlitten von Tyrrell, und den Apparat von Alfred White, welcher durch den Hebel *o* wirkt; von beiden wird bei den Hülfswerkzeugen näher die Rede sein. Der Beleuchtungsapparat besteht aus einem in allen Richtungen beweglichen concaven und ebenen Spiegel, aus einem drehbaren

Fig. 105.



Grosses Mikroskop von Smith und Beck.

Diaphragma und aus einem achromatischen Lichtverstärker, der in der Figur nicht abgebildet ist.

Ausser diesen grossen Mikroskopgestellen werden in der Werkstatt von Smith und Beck noch manche andere von einfacherer Construction gefertigt. Das eine stimmt ziemlich mit jenem der Oberhäuser'schen Mikroskope, doch ist der Fuss, gleichwie bei den neueren Instrumenten des Letztern, so eingerichtet, dass der Spiegel eine freie Bewegung hat.

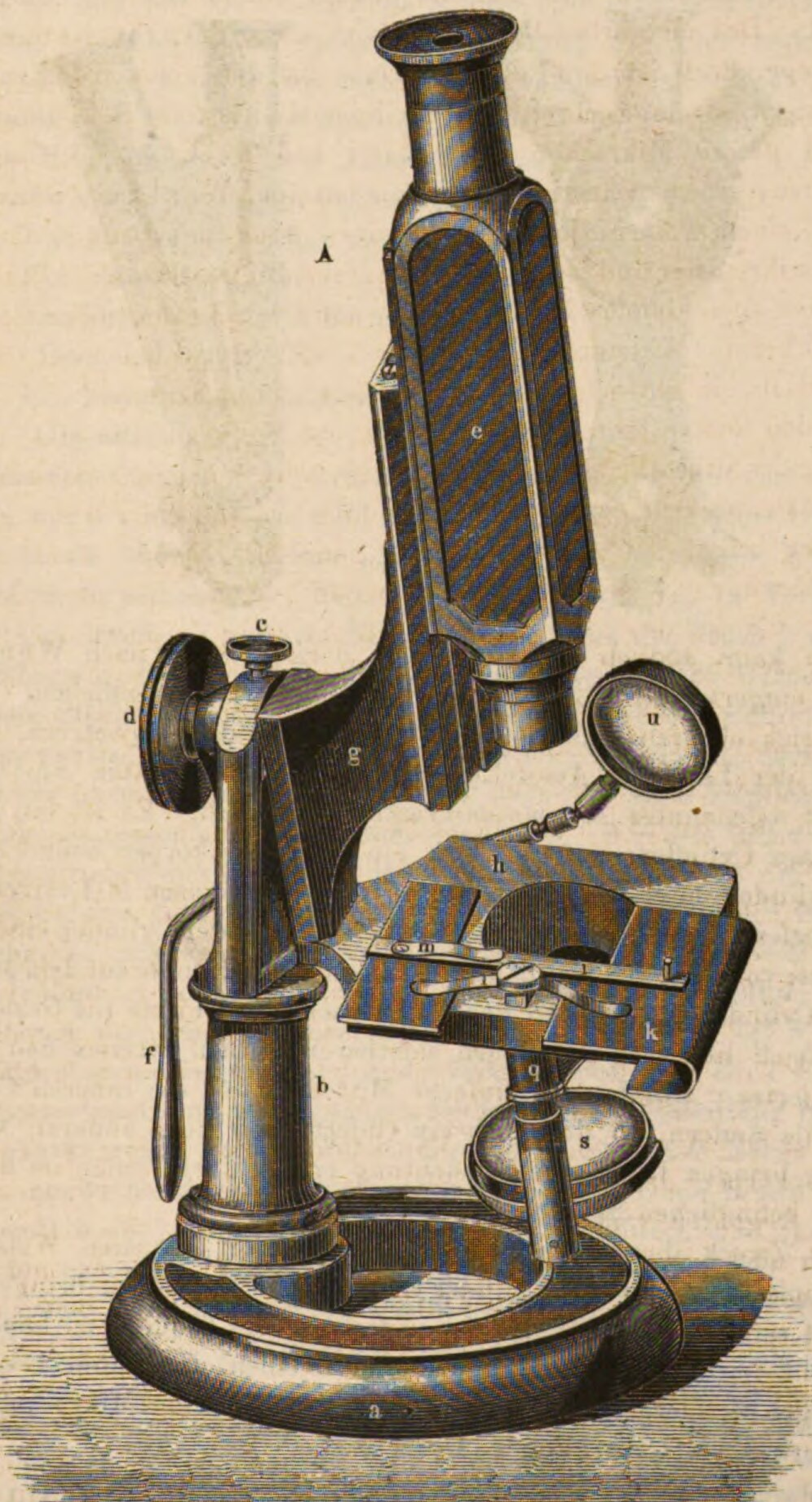
Das grosse Mikroskop von Smith und Beck mit 5 Objectiven, 3 Ocularen, einem achromatischen Condensator, Wenham's Paraboloïdreflector, einem Polarisationsapparate, einem Ocularmikrometer, einem Objecttischmikrometer und einigen anderen Nebendingen kostet 84 Pfund. Sie haben aber auch kleinere Mikroskope zu ganz verschiedenen Preisen bis zu 5 Pfund herab. Letzteres (*The Students Microscope*) hat zwei Objective und wird als ein gutes Instrument um diesen Preis gerühmt.

In den letzten Jahren haben Smith und Beck ein von allen übrigen abweichendes Mikroskopgestell geliefert, das achromatische sogenannte *Universalmikroskop*, welches in Fig. 106 abgebildet ist und einer besonderen Beschreibung bedarf. In A sehen wir das ganze Mikroskop. Auf dem breiten ringförmigen Fussstücke *a* steht die Säule *b*, oben mit einer Axe versehen, um die sich das ganze Instrument dreht, wobei es durch die Schraube *c* in der verlangten Richtung festgestellt wird. In gleicher Höhe mit der Axe befindet sich der Knopf *d* zum raschen Auf- und Abbewegen des Armes *g*, woran der Mikroskopkörper *e* sitzt. Der Hebel *f*, der gerade nach unten herabhängt, braucht nur etwas zur Seite gedrückt zu werden, so fasst er in den Knopf *d*, und dieser bewegt sich dann sehr langsam, wodurch eine feine Einstellung ermöglicht wird. Der Objecttisch *h* hat einen cirkelförmigen Ausschnitt *p*, und unter diesem befindet sich das bei *q* drehbare Diaphragma. Die Doppelfeder *i* greift nach links und rechts über die Kupferplatte *k* auf dem Objecttische. Die Leiste *l* mit der kleinen Feder *m* ist dazu bestimmt, die Objectgläser gegen die Kupferplatte anzudrücken. Letztere hat übrigens auf der einen Seite eine Umbiegung, damit sie, den Zeige- und Mittelfinger nach unten und den Daumen nach oben, festgehalten werden kann. Man kann so bei geneigter Stellung des Mikroskopkörpers das Object in verschiedenen Richtungen bewegen, ohne dass ein Abgleiten vom Objecttische zu besorgen ist. Nach Umständen lässt sich auch die Feder mit der Kupferplatte wegnehmen und durch einen beweglichen und drehbaren Objecttisch ersetzen. Der Beleuchtungsapparat besteht aus dem gewöhnlichen Spiegel *s* und aus dem Condensator *u*.

An die Stelle des vierseitigen Mikroskoprohres *e* kann aber auch die in B (a. S. 218) dargestellte Einrichtung treten, nämlich 3 Oculare und 3 Objective, die sich um eine horizontale Axe drehen und so der Reihe nach in die optische Axe des Instrumentes gebracht werden können. Durch

einen Druck auf den Stift x wird eine Feder weggeschoben, so dass sich die Scheibe, welche die Oculare oder die Objective trägt, herumdreht; ist

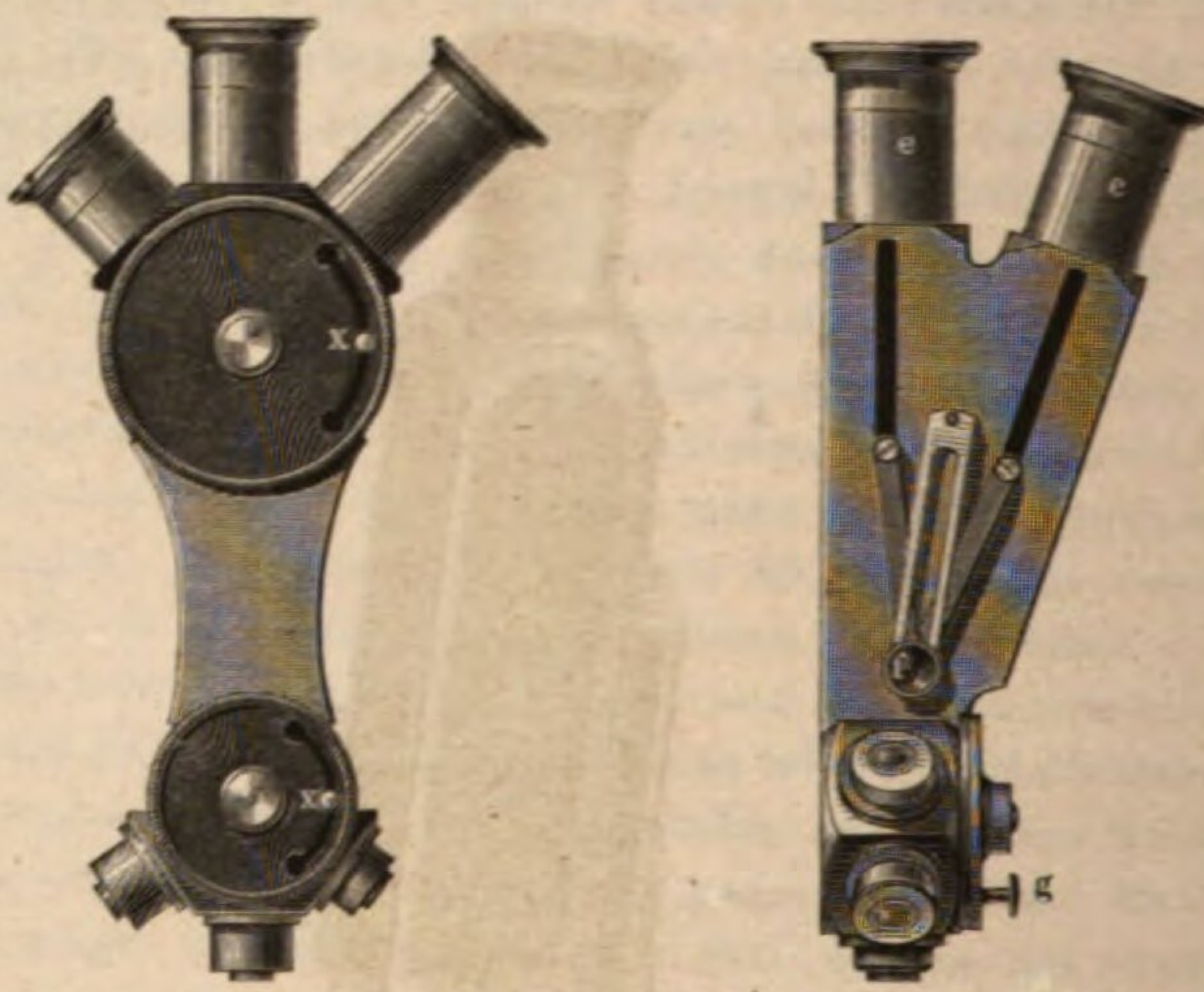
Fig. 106.



Universalmikroskop von Smith, Beck u. Beck.

aber die erforderliche Strecke durchlaufen, so springt der Stift wieder vor und die Weiterbewegung ist aufgehoben.

B Fig. 106. C



Man kann endlich auch den in C dargestellten, nach Wenham's Methode eingerichteten binoculären Mikroskopkörper einschieben. Daran befindet sich ebenfalls eine drehbare Scheibe mit drei Objectiven.

Auf der Londoner Ausstellung im Jahre 1862 hatten Smith und Beck ein sogenanntes *Museumsmikroskop* ausgestellt. Es ist ein grosser messingener Cylinder, auf dem sich ein Mikroskopkörper befindet. Der grosse Cylinder umschliesst 8 andere, an denen im Ganzen 504 verschiedene Objecte befestigt sind, und zwar so vertheilt, dass jeder Cylinder eine besondere Classe von Objecten trägt. Dreht man an einem Knopfe auf dem äusseren grossen Cylinder, so kommen der Reihe nach alle Objecte ins Gesichtsfeld und zugleich liest man auf einem sichtbaren kleinen Streifen den Namen jedes Objectes. Durch sehr einfache Mittel können die inneren Cylinder ihre Stelle ändern, so dass sich ein Object nach dem anderen zur Anschauung bringen lässt. Die Beleuchtung erfolgt durch einen im äusseren Cylinder befindlichen Spiegel.

Der Zweck dieser Einrichtung, nämlich auf bequeme Weise viele mikroskopische Objecte auch minder Geübten zur Ansicht zu bringen, wird ganz gut erreicht. Das Ganze ist so fest und so bequem zu handhaben, dass nicht leicht eine Beschädigung durch einen ungeübten Beobachter zu besorgen ist, dergleichen doch mit dem gewöhnlichen Mikroskope nicht selten vorkommt (*Quart. Journ.* 1862. N. S. VII. p. 199).

Neben diesen drei bekannten Firmen für achromatische Mikroskope in London giebt es in England auch noch andere, die sich mit gutem

Erfolge auf die Anfertigung von Mikroskopen gelegt haben. Dahin gehört J. B. Dancer in Manchester (*Cross-street*, Nr. 43). Das Gestell seiner grossen Mikroskope stimmt in den meisten Beziehungen mit jenem von Powell und von Smith überein, so dass eine besondere Beschreibung überflüssig ist. Auch die optische Einrichtung ist keine andere, und nach Quekett (l. l. p. 97, wo auch das Gestell beschrieben ist) sind die Linsen sehr gut. Dabei sind Dancer's Mikroskope weit billiger.

Das Mikroskop mit zwei Linsensystemen von 1 und ½ (oder ¼) Zoll Brennweite nebst Einem Oculare kostet 10 Pfd. 10 Schill.

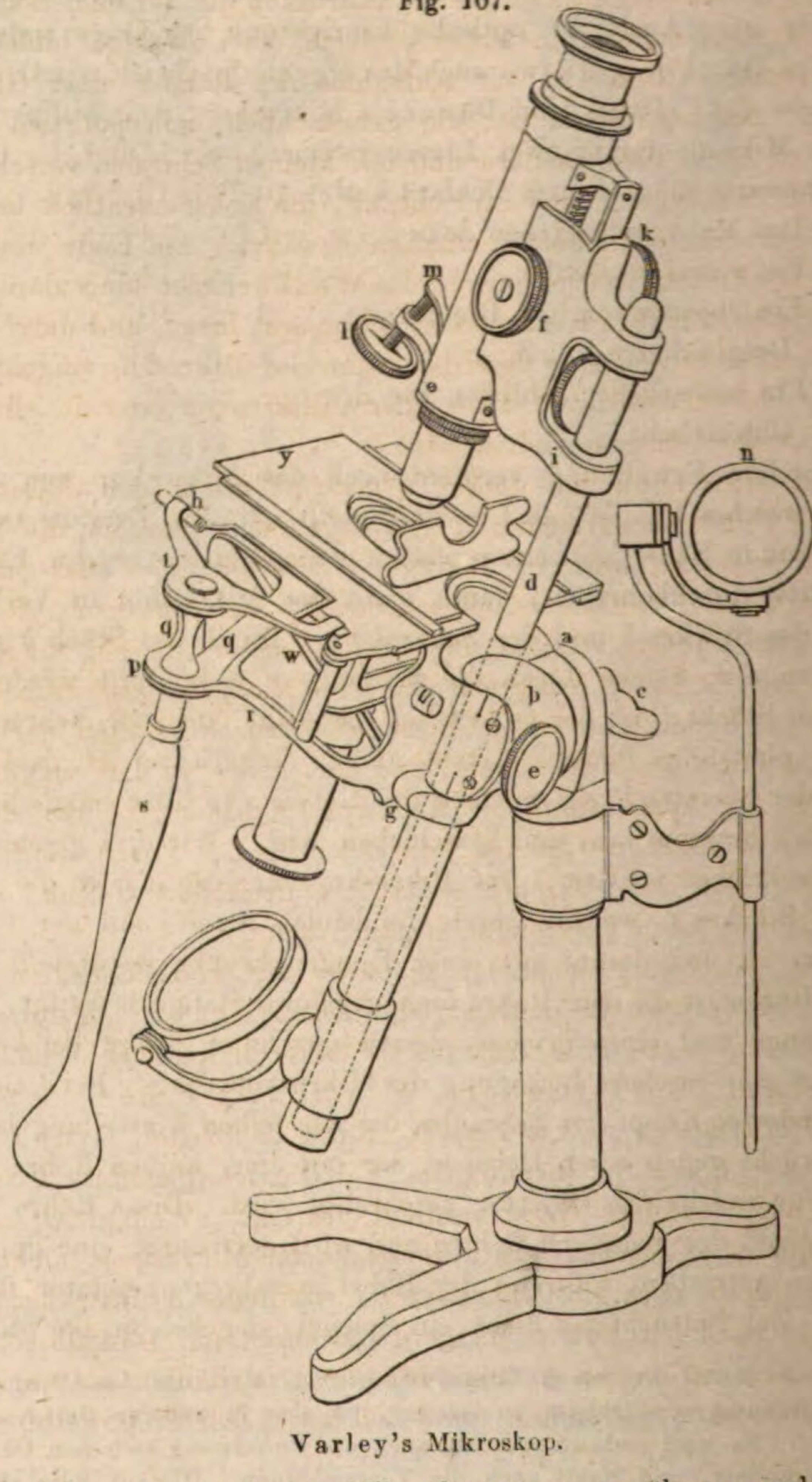
Das Mahagonikästchen dazu . . .	1	„	1	„	
Ein einzelnes Ocular	—	„	14	„	
Ein Objectiv von ¼ Z. Brennweite .	2	„	10	„	
Desgleichen von ⅛ Z. „	3	„	3	„	
Ein beweglicher Schlitten für den Objecttisch	2	„	2	„	

Besondere Erwähnung verdient noch das Mikroskop von Samuel Varley, welches Fig. 107 (a. f. S.) dargestellt ist. Ein Dreifuss trägt eine schwere runde Säule mit einer platten Scheibe *a* am oberen Ende, die in der Mitte durchbohrt ist; damit steht das Mikroskop in Verbindung mittelst des Stückes *b* und der Schraube *c*. Durch das Stück *b* geht die lange Stange *d*, welche durch die Schraube *e* festgestellt werden kann. An diesem Stücke *b* ist der Objecttisch befestigt, der aus mehreren über einander gleitenden Platten besteht und so eingerichtet ist, dass ein Object auf der obersten Platte mittelst des Hebels *s* in allen möglichen Richtungen sich langsam hin- und herschieben lässt. Wie dies geschieht, soll später beschrieben werden. Das Mikroskoprohr legt sich in die Aushöhlung des Stückes *f*, welches durch die beiden Arme *i* mit der Stange *d* verbunden ist und darauf mit einer Klemmschraube festgestellt werden kann. Hinten ist an dem Rohre eine gezahnte Stange befestigt; mittelst dieser Stange und eines Triebes, dessen gezahnter Knopf bei *k* sichtbar ist, erfolgt eine raschere Bewegung des Mikroskoprohres. Bei *l* sieht man den geränderten Knopf der Schraube, die zur feinen Einstellung bestimmt ist; sie drückt gegen einen Hebel *m*, der mit einer kurzen Röhre verbunden ist, an welche das Objectiv geschraubt wird. Diese Röhre befindet sich innerhalb des grösseren Rohres und wird dort durch eine Spiralfeder nach unten getrieben, während der Hebel in entgegengesetzter Richtung wirkt *). Zur Beleuchtung dient ein Spiegel, der sich in alle Stellungen

*) Dieses Mittel zur feinen Einstellung genügt zwar, um das Objectiv in die rechte Entfernung vom Objecte zu bringen, ist aber in anderer Beziehung nicht ausreichend. Es wird dadurch nämlich auch die Entfernung zwischen Ocular und Objectiv verändert, und somit auch die Vergrösserung. Hieraus folgt aber, dass bei dieser Einrichtung keine mikrometrische Methode Anwendung finden kann, wobei es auf genaue Kenntniss der Vergrösserung ankommt, und eben so wenig ist dabei irgend ein Ocularmikrometer zu verwenden.

bringen lässt, sowie eine Linse *n* auf beweglichem Arme, wodurch dieselbe auf alle gewünschten Punkte und in alle Stellungen gebracht werden kann. Ohne die Objectivsysteme kostet dieses Gestelle 20 bis 30 Pfund.

Fig. 107.



Varley's Mikroskop.

Ich habe hier auch des Mikroskopes zu erwähnen, welches nach Professor Harley's Anweisung von Collins (*Great Titchfield-Street*, London) zu 12 Pfund Sterling geliefert wird. Die Beschreibung desselben

nebst Abbildung, welche sich im *Arch. f. mikroskop. Anat.* I, S. 440 findet, zeigt, dass die verschiedenen zusammensetzenden Theile auf sehr compendiöse Weise verbunden sind und ihre Benutzung mit grosser Raschheit ins Werk gestellt werden kann. Das Mikroskop ist auf dem Boden eines Mahagonikastens befestigt, welcher zugleich die Unterlage bildet. Eine hier angebrachte Rinne ist zur Aufnahme des Randes einer Glasstürze bestimmt. Das Instrument ist, wie gebräuchlich, von polirtem Messing und 18 Zoll hoch. Die Oculare sind mit kleinen Schirmen versehen zum Schutze für die Augen, eine Einrichtung, die sich namentlich bei anhaltendem Gebrauche als äusserst nützlich bewährt. Am Ende des queren Arms ist der Kasten, welcher sowohl das Wenham'sche binoculäre Prisma, als den Analysator für den Polarisationsapparat birgt, und durch blosses Ausziehen oder Einschieben desselben kann das Mikroskop augenblicklich aus einem binoculären in ein monoculäres Mikroskop oder in ein Polarisationsmikroskop umgewandelt werden.

Unmittelbar unter dem queren Arme sind die beiden Objective, ein starkes ($^1/_4{}''$) und ein schwaches ($1''$) so angebracht, dass, um die Vergrösserung zu wechseln, nur eine Bewegung derselben vor- oder rückwärts nöthig ist. Da dieselben mit einer Schraube befestigt sind, so können sie leicht gegen andere stärkere, die der Beobachter wünscht, umgetauscht werden. Das Mikroskop hat grobe und feine Einstellungsschrauben, einen magnetischen Apparat auf dem Objecttische zum Festhalten der Objecte bei Schiefstellung des Mikroskopes, und eine Rinne in dem magnetischen Querbalken zur Application von Maltwood's Finder. Unter dem Objecttische im Diaphragma ist der Polarisator für den Polarisationsapparat angebracht. Der Doppelspiegel besitzt ein dreifaches Gelenk, so dass schiefes Licht in allen Richtungen einfallen kann.

Ausser den bisher Genannten giebt es noch manche andere Verfertiger von Mikroskopen in England, die den drei zuerst genannten Londoner Optikern durch gute Instrumente nahe zu kommen bemüht sind. Dahin gehören M. Pillischer, W. Ladd, Salmon, Amadio, Highley, Matthews in London, W. King in Bristol, Grubb in Dublin, Field u. Comp. in Birmingham *). Die letztgenannte Firma hat sich noch auf besondere Weise verdient gemacht. Wenngleich es nämlich in England an Verfertigern ausgezeichneter Mikroskope nicht fehlte, so wurden doch noch fortwährend die wohlfeileren Instrumente von Oberhäuser und Nachet in Menge dahin verkauft. Deshalb setzte die *Society of Arts* in London Anfangs 1855 zwei Medaillen aus: a) für ein einfaches Mikroskop mit Linsen von 1 Zoll bis $^1/_8$ Zoll Brennweite, welches

*) Einige, wie Salmon, Ladd, Highley, und Matthews liefern nur die mechanische Einrichtung der Mikroskope und geben französische Objectivsysteme dazu.

nicht über 10 Schilling 6 Pence kostete; b) für ein zusammengesetztes achromatisches Mikroskop mit zwei Ocularen und zwei Objectiven, von denen das eine mit dem schwächsten Oculare 25 Mal, das andere 125 Mal vergrösserte, ferner mit einem Spiegel, der auch zur seitlichen Beleuchtung dienen kann, und mit einem Diaphragma mit mehreren Oeffnungen; der Preis dieses Mikroskops sollte nicht über 3 Pfund 3 Schilling gehen. Im Falle der Zuerkennung der Medaillen erklärte sich die Gesellschaft bereit, 100 kleinere und 50 grössere Instrumente anzukaufen. Diese Preisausschreibung hatte den besten Erfolg. Am 13. Juni 1855 berichtete die aus den Herren Busk, Dr. Carpenter, Jackson, Dr. Lankester, Quekett und Saunders bestehende Commission, dass sich mehrere Bewerber gefunden hätten, dass sie aber nach sorgfältiger Prüfung den Preis einstimmig den Herren Field u. Comp. in Birmingham zuerkenne, die den gestellten Bedingungen vollkommen Genüge geleistet hätten. Nach Beale (*Quart. Journ.* Oct. 1857. p. 44) ist dieses Mikroskop von Field ein für diesen Preis recht gutes Instrument. Dafür spricht auch der grosse Absatz; denn 1859, also 4 Jahre später, waren bereits 1393 Stücke verkauft (*Quart. Journ.* XXVII, p. 77).

Am Schlusse dieser Uebersicht der englischen Mikroskope sind noch einige mehr für sich dastehende Verbesserungen zu nennen, auf die man in der letzten Zeit gekommen ist. Dahin gehört zunächst die von Wenham (*Quart. Journ.* 1857. XIX. *Transact.* p. 143) ersonnene und auch wirklich in Ausführung gebrachte Modification der Correctionseinrichtung, wodurch die Objective sich zur Verwendung bei Deckplättchen von verschiedener Dicke eignen. Es wurde oben (S. 204) erwähnt, dass Ross zu diesem Zwecke die unterste Linse des Objectivs beweglich machte, um sie bis zu einem gewissen Grade den beiden anderen nähern oder davon entfernen zu können. Mit dieser Einrichtung ist nur der Nachtheil verbunden, dass man, um die richtige Entfernung der untersten Linse zu finden, das Objectiv immer vom Objecte entfernen muss, damit man nicht gegen das Deckplättchen stösst, und beim Herumdrehen kommt auch das Object aus dem Focus. Deshalb hat Wenham sein Objectivsystem so eingerichtet, dass die unterste Linse unverrückt bleibt, dagegen aber die beiden anderen zusammen sich bewegen: man verliert so das Object nicht aus dem Gesichte und vermag mit grösster Sicherheit zu beurtheilen, ob beim Umdrehen der Schraube, durch welche diese Bewegung zu Stande kommt, das Bild an Schärfe gewinnt oder verliert. Diese Modification ist scheinbar sehr unbedeutend; das ist sie aber in praktischer Beziehung nicht und sie verdient gewiss Nachahmung.

Ferner gehört hierher der Versuch Brooke's (*Quart. Journ.* April 1853. *Transact.* p. 83), zwei ungleich vergrössernde Objective dergestalt zu vereinigen, dass nach einander das eine und das andere unter das

Mikroskoprohr kommt, ohne dass man doch das erste abzuschrauben braucht, um das zweite an seine Stelle zu bringen. Zu dem Ende ist unten am Mikroskoprohre ein Arm angeschraubt, der nach vorn sieht und einen Stift trägt, um welchen sich ein Stab herumdreht. An beiden Enden dieses Stabes sind Objective angeschraubt, und durch Umdrehen desselben kann jedes der Objective unter das Mikroskoprohr kommen, während das andere Objectiv weit genug vom Objecttische entfernt bleibt, dass es nicht hinderlich ist. Brooke hat auf diese Weise zwei Objective am Mikroskope angebracht, das eine von 1 Zoll Brennweite zum allgemeinen Ueberblicke, das andere von $^1/_4$ Zoll Brennweite zur genaueren Untersuchung. Ein solcher Objectivträger kommt jetzt vielfach bei englischen Mikroskopen vor, und zwar unter den Namen *Double nose-piece.*

Der Gedanke, zwei oder selbst mehr Linsensysteme so zu verbinden, dass sie sich um eine Axe drehen, ist zwar nicht neu, da man ihm schon bei dem auf S. 117 abgebildeten Martin'schen Mikroskope begegnet, die Sache verdient aber auch noch aus einem Grunde Empfehlung, der Brooke entgangen zu sein scheint. Dem Mikroskope fehlt es nämlich noch an einem Sucher, wie ihn das Fernrohr besitzt, und diesem Mangel scheint wirklich durch die Einrichtung Brooke's abgeholfen werden zu können, wenn man dabei Sorge trägt, dass die Unterflächen der beiden Objective sich genau in der entsprechenden Entfernung vom Objecttische befinden, die ihren verschiedenen Brennweiten entsprechend ist, wo man dann durch das eine wie durch das andere Objectiv die Objecte scharf sieht, ohne dass vorher eine Stellveränderung nöthig wäre. Bei solcher Einrichtung würde der kleine Apparat wirklich zeitsparend sein. Es liesse sich aber auch so machen, dass das eine Objectiv, das stärkere nämlich, durch andere noch stärkere ersetzt werden kann, denen allen das schwächste Objectiv dann als Sucher diente. Die einzige Schwierigkeit liegt darin, dass die mechanische Ausführung eine höchst sorgfältige sein muss, damit das Objectiv beim Umdrehen der Stange immer genau in die optische Axe des Instruments kommt und auch alles fremde Licht abgeschlossen bleibt. Natürlicher Weise wird der Preis des Instrumentes dadurch erhöht, und durch häufigen Gebrauch tritt auch leicht eine Abnutzung ein.

Ich habe schon früher (S. 164) erwähnt, dass Nachet ebenfalls eine solche Verbindung zweier Objective, aber auf etwas andere Art, zu Stande gebracht habe. Eben so war bei der Beschreibung des Universalmikroskopes von Smith (S. 217) von den um eine gemeinschaftliche Axe sich drehenden Ocularen und Objectiven die Rede. Smith hat aber auch ein *Quadruple nose-piece* mit 4 Objectiven hergestellt; das ist eine sich um ihre Axe drehende Stange mit 4 gebogenen Armen, die so an dem Mikroskope befestigt ist, dass die Axen der 4 Objective in einer Kugelfläche liegen, deren eine Seite mit der Axe des Mikroskopkörpers zusammenfällt.

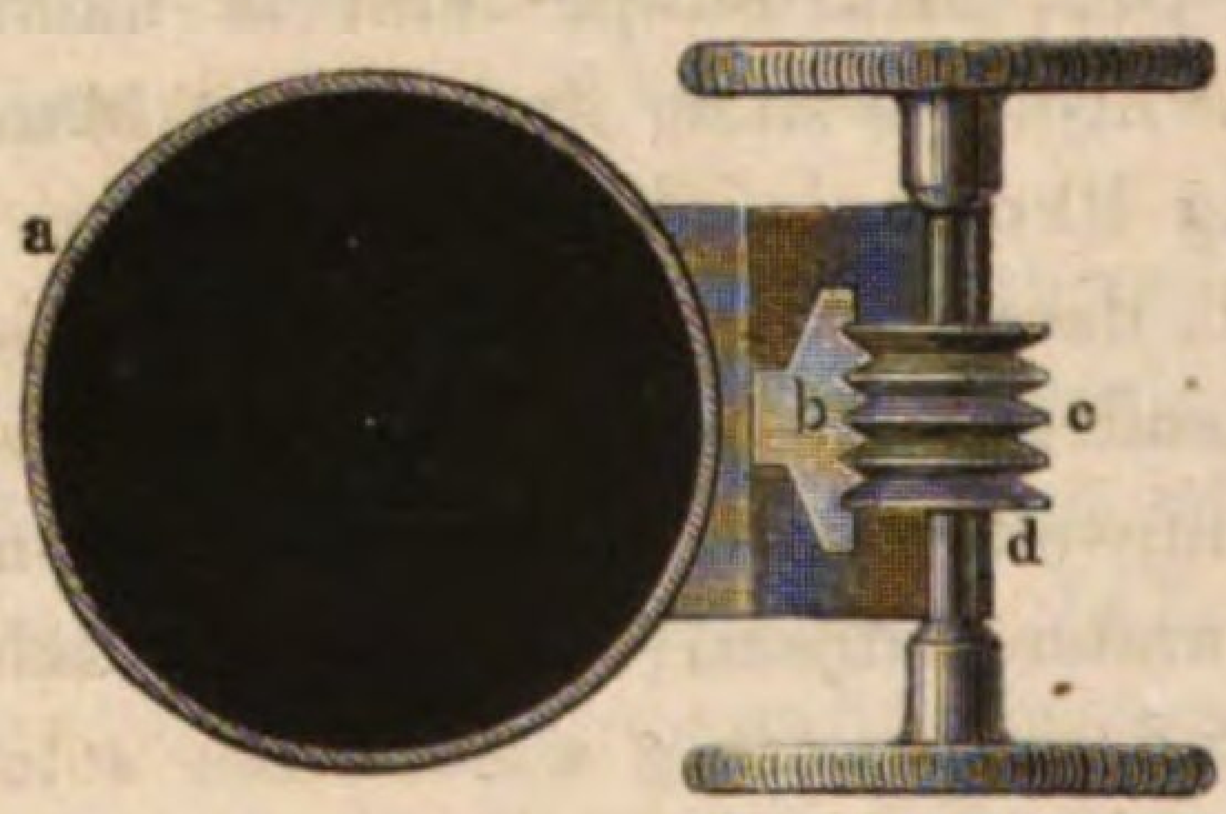
Somit bildet es gleichsam eine Verdoppelung der Nachet'schen Einrichtung.

Englische Mikroskopenverfertiger (Lobb, Smith, Swift) haben die gezahnte Stange und das Rad zur gröberen Bewegung durch eine Kette ersetzt, die in der Säule des Instrumentes eingeschlossen liegt. Ich bezweifele aber, dass darin eine Verbesserung liegt. Ein Instrument mit solcher Kettenbewegung, das vor einigen Jahren aus England nach Utrecht kam, wurde wenigstens sehr bald defect.

Auf andere Weise hat Wenham (*Quart. Journ.* 1859. XXVII, p. 201) dieses Ziel zu erreichen gesucht, nämlich nach dem bereits in der Baumwollenspinnerei eingeführten Verfahren, dass zwei verschiedenartige Metallflächen, wie Stahl und Kupfer, in einander greifen.

In Fig. 108 zeigt sich die Wenham'sche Schraubenbewegung im Durchschnitte. Hier ist *a* das Rohr des gewöhnlichen Mikroskopes. In den messingenen Arm *b* sind 3 oder 4 längslaufende tiefe und scharfkantige Gruben geschnitten, und diese vertreten die gezahnte Stange. Das gezahnte Rad ist durch einen kleinen Stahlcylinder *c* ersetzt, um den herum eben so viele Rinnen verlaufen, als deren der Arm hat. Sie sind aber so gestellt, dass die vorspringenden Kanten und die Rinnen beider genau in einander greifen. Durch die Feder *d* werden beide Theile genau gegen einander gehalten. Dreht man den einfachen oder doppelten Knopf an den Enden der Axe des Stahlcylinders, so wird in Folge der Reibung der Arm *b* mit dem Mikroskoprohre aufwärts und abwärts bewegt. Nach Wenham bewegt sein Apparat eine Last von 16 Pfund, ohne auszugleiten, und die Bewegung soll eine ganz sanfte sein.

Fig. 108.



Wenham's Schraubenbewegung.

Die Art und Weise, wie die Objectivsysteme durch Schraubenverbindung mit dem Mikroskopkörper zu vereinigen sind, hat die *Microscopical Society* beschäftigt; dieselbe beauftragte eine Commission, bestehend aus den Herren Jackson, Brooke und Perigal, bestimmte Vorschriften dafür aufzustellen, und diese Commission brachte am 11. November 1857 ihren Bericht (*Quart. Journ.* 1857. XXII. *Transact.* p. 39). Der Hauptzweck einer Aufstellung solcher Vorschriften ging dahin, dass künftighin Objective aus verschiedenen Werkstätten an die Mikroskope der verschiedenen Optiker angesetzt werden könnten. Für England ist dieser Zweck guten Theils erreicht, da die drei Hauptfirmen Londons (Ross, Powell, Smith) sich bereit erklärt haben, das vorgeschlagene Modell

anzunehmen. Indessen ist es nicht gerade wahrscheinlich, dass die Optiker des Continents sich dem auch allgemein anschliessen werden.

Ich hätte nur wünschen mögen, es wäre bei dieser Gelegenheit statt der Schraubenverbindung die Bajonetverbindung gewählt worden, die den doppelten Vorzug hat, dass die Objective dabei rascher gewechselt werden können und dass die Centrirung eine zuverlässigere ist.

In Nordamerika fing Charles A. Spencer vor mehreren Jahren 61
an, Objective zu verfertigen. Die ersten Nachrichten darüber gaben Gilman und Bailey (*American Journ. of Sc. and Arts* 1848, March, Nr. 14, p. 237 u. 297, und 1849, March, p. 265). Spencer machte bald grosse Fortschritte, so dass nach dem Zeugnisse seiner Landsleute seine Objective den besten englischen fast den Rang ablaufen, und jene von Chevalier, von Plössl, von Oberhäuser übertreffen. Sein Mikroskopgestell hat viel Aehnlichkeit mit dem Chevalier'schen; seine Objective haben $^1/_3$, $^1/_7$ und $^1/_{12}$ engl. Zoll (8,2, 3,6 und 2,1 Millimeter) Brennweite.

Die namentlich von Bailey hochgerühmte Vortrefflichkeit der Spencer'schen Objective bewirkte eine Art Wettkampf mit den englischen Mikroskopen, woran namentlich Marshall und Warren de la Rue Theil nahmen (*American Journal* 1851. p. 82). Zu einem bestimmten Entscheid konnte man aber nicht kommen, da man über die Abstände der Striche auf den als Probeobjecte benutzten Diatomeenschalen (*Navicula Spenceri* und *Grammatophora subtilissima*) sich nicht vereinigen konnte; ein sprechender Beweis dafür, wie unzuverlässig die der Natur entnommenen Probeobjecte sind, wenn man die relative Tüchtigkeit verschiedener Mikroskope feststellen will, oder wenn zwei von einander entfernt wohnende Beobachter nach einander dasselbe Object unter möglichst gleichen Umständen untersuchen. Diese Erfahrung wurde aber auch hauptsächlich Veranlassung, dass man die verschiedenen Arten von Indicatoren ersann, von denen später die Rede sein wird.

Im Jahre 1851 hatte Burnett (*American Journ.* 1851, Nr. 12, p. 56) auf einer Reise nach Europa Gelegenheit, Spencer's Objectivsysteme mit denen von Ross, von Powell u. Lealand, von Nachet zu vergleichen. Für die besten erklärte er die von Ross und von Spencer, ohne aber zu entscheiden, welcher von diesen beiden höher stand.

Im Jahre 1852 gelang es Spencer, ein Objectivsystem mit $^1/_{12}$ engl. Zoll Brennweite und einem Oeffnungswinkel von $174^1/_2{}^0$ herzustellen, wie ein Brief von A. S. Johnson (*American Journ.* 1852, p. 31) angiebt. Dasselbe würde für diese Brennweite unübertroffen dastehen, denn das oben (S. 210) erwähnte Objectiv von Powell u. Lealand mit 175^0 Oeffnung hat nur $^1/_{16}$ engl. Zoll Brennweite.

Nordamerika besass neben Spencer noch Mikroskopverfertiger an Wm. Buffhum and Son in Milburne, Lake Co Illinois, an J. and

W. Grunow in Newhaven, Conn. (*American Journ.* 1855, July, p. 143). Von ihren Instrumenten ist mir nichts Näheres bekannt; doch wurden jene der letztgenannten Firma im *American Journ.* 1857, Nov., p. 448 sehr gerühmt. Im Kataloge von 1857 waren ihre Objective von 2, 1, $^1/_2$, $^1/_4$, $^1/_8$ und $^1/_{12}$ Zoll Brennweite mit 14, 18, 25, 30, 40 und 60 Dollars verzeichnet.

Ferner ist Robert B. Tolles in Canastota, New-York, zu nennen. Nach Berichten würden seine Objective den besten europäischen nicht nachstehen. Schon 1861 hatte er ein Objectiv mit $^1/_{30}$ engl. Zoll Brennweite und 160° Oeffnungswinkel hergestellt (*American Journ.* 1861, January), womit W. S. Sullivant und T. G. Wormley die weiterhin mitzutheilenden Zählungen der Linien in den Gruppen des Nobert'schen Probetäfelchens vornahmen, indem sie durch Einschieben einer achromatischen convexen Linse die Vergrösserung bis auf 6000 steigerten. Bis zur 26. Gruppe waren die Striche mit Sicherheit zu zählen, in der 27. 28. und noch mehr in der 29. waren zwar die Striche noch sichtbar, aber nicht scharf unterscheidbar, deshalb auch nicht mehr mit Sicherheit zu zählen. Dass auch die schwächeren Objective von Tolles Vorzügliches leisten, ist aus einem Berichte vom Professor H. James Clark (*American Journ.* 1864, Nov. p. 331) zu entnehmen. Ein im Juni genannten Jahres geliefertes Objectiv hatte $^1/_4$ Zoll Brennweite, einen Oeffnungswinkel von 150°, und ohne Deckplättchen blieben die Objecte noch $^1/_{50}$ Zoll davon entfernt. Es konnte aber auch ein Deckplättchen von $^1/_{40}$ Zoll Dicke darauf kommen und es blieb noch immer ein gewisser Zwischenraum. Das begrenzende Vermögen dieses Objectives soll höchstens erreicht, aber noch nicht übertroffen worden seyn.

Neuerdings werden von H. L. Smith (*Amer. Journ.* 1865. p. 242) die Objective von W. Wales u. Comp. (Fort Lee, Bergen Co., New Jersey) gerühmt.

Ich erwähne hier noch des Vorschlags des Nordamerikaners Riddel (*Quart. Journ.* July, 1853, Nr. IV, p. 305), die feine Einstellung durch ein Pumpwerk zu erzielen, indem man in eine Kautschukröhre mit elfenbeinernem Mundstücke, das in den Mund kommt, athmet. Der Hauptvortheil dabei wäre, dass alsdann beide Hände zur Bewegung des Objectes frei blieben, was bei Zergliederungen unterm Mikroskope wichtig ist. Riddell hat sein Verfahren daher auch zunächst für das einfache, zu Sectionen benutzte Mikroskop in Anwendung gebracht. Eine nähere Beschreibung der Einrichtung des Apparates hat Riddell nicht gegeben, er rühmt aber gar sehr dessen Brauchbarkeit. Jedenfalls ist es eine gute Idee, die näher geprüft zu werden verdiente.

Weiterhin werden wir auch in Riddell den Erfinder einer neuen und besseren Form des binoculären Mikroskopes kennen lernen.

62 In der vorhergehenden Uebersicht der neueren Verbesserungen des zusammengesetzten Mikroskopes habe ich absichtlich jene übergangen,

welche auf die Umkehrung des Bildes Bezug haben; diese sollen jetzt noch besonders zusammengestellt werden.

Das Theoretische über diesen Gegenstand ist bereits früher (I, §. 197 ff.) angegeben worden. Wenn aber dort die Umkehrung durchs Ocular zuletzt genannt wurde, so ist sie hier voranzustellen, da sie der Zeit nach den übrigen Methoden vorausgegangen ist.

Schon kurze Zeit nach der Entdeckung des Fernrohres, im Jahre 1611, wies Keppler (*Dioptrice*, Probl. 99) nach, wie man drei concave Linsen zu stellen hat, wenn man die Objecte in ihrer natürlichen Richtung sehen will, und Reita wandte dieses Princip 1645 wirklich auf das Fernrohr an.

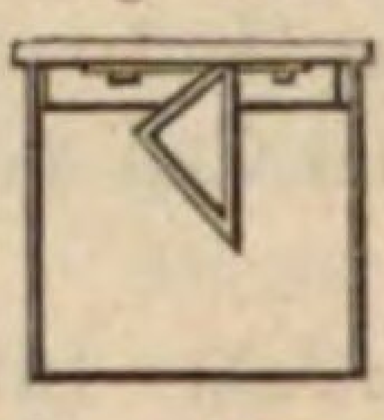
Beim zusammengesetzten Mikroskope, wo die kleinen biconvexen Objectivlinsen ein weit weniger scharfes Bild geben, musste diese Verbesserung weit schwieriger zu erzielen sein. Bei älteren Mikroskopen scheint man auch nicht einmal den Versuch dazu gemacht zu haben. Nachdem aber das Objectiv aplanatisch gemacht worden war und das dadurch entstehende Bild weit schärfer und heller hervortrat, lag der Gedanke sehr nahe, die letzte Unvollkommenheit, die dem zusammengesetzten Mikroskope noch anklebte und wodurch es dem einfachen Mikroskope nachstand, die Umkehrung der betrachteten Gegenstände nämlich, zu beseitigen, und es war ganz natürlich, dass man zunächst zu jenem Mittel griff, dessen man sich schon seit einer Reihe von Jahren beim Fernrohre bedient hatte.

Eine Vermehrung der Ocularglässer zum Zwecke der Bildumkehrung brachte Lister zuerst in jenem Mikroskope zur Anwendung, welches Smith im Jahre 1826 nach seiner Anweisung verfertigte und wobei achromatische Linsen von Tulley benutzt wurden (Quekett l. l. p. 110). Die späteren englischen Mikroskopverfertiger haben dieses Verfahren allgemein angenommen, und auf Verlangen fügen sie ihren Instrumenten ein solches umkehrendes Glas (*erecting glass*) bei. Im Preiscourant von Smith u. Beck ist es z. B. mit 1 Pfund verzeichnet. Meistens ist dann auch ein inneres ausziehbares Rohr dabei, an dessen Unterende der Umkehrungsapparat geschraubt wird, nämlich eine kurze Röhre mit zwei planconvexen Linsen, deren convexe Seite aufwärts gerichtet ist. Dies war schon 1830 am Mikroskope von Pritchard und Goring angebracht.

Nachdem dieses Mittel in England schon längere Zeit in Gebrauch gekommen war, dachte man auch anderwärts an die Erreichung dieses Zweckes, indessen auf andere Weise. Chevalier, der, wie wir sahen, Amici's horizontales Mikroskop nachmachte, musste bald wahrnehmen, dass durch das darin enthaltene rechtwinkelige Prisma die Bilder eine halbe Umkehrung erfahren. Es war nun klar, dass eine zweite halbe Umkehrung durch ein zweites rechtwinkelig zum ersten stehendes Prisma

eine vollständige Umkehrung zur Folge haben werde. Er führte das auf die in Fig. 109 dargestellte Weise aus, indem er ein rechtwinkeliges gläsernes Prisma in der hier verzeichneten Richtung in einem Röhrchen vor das Ocular brachte.

Fig. 109.

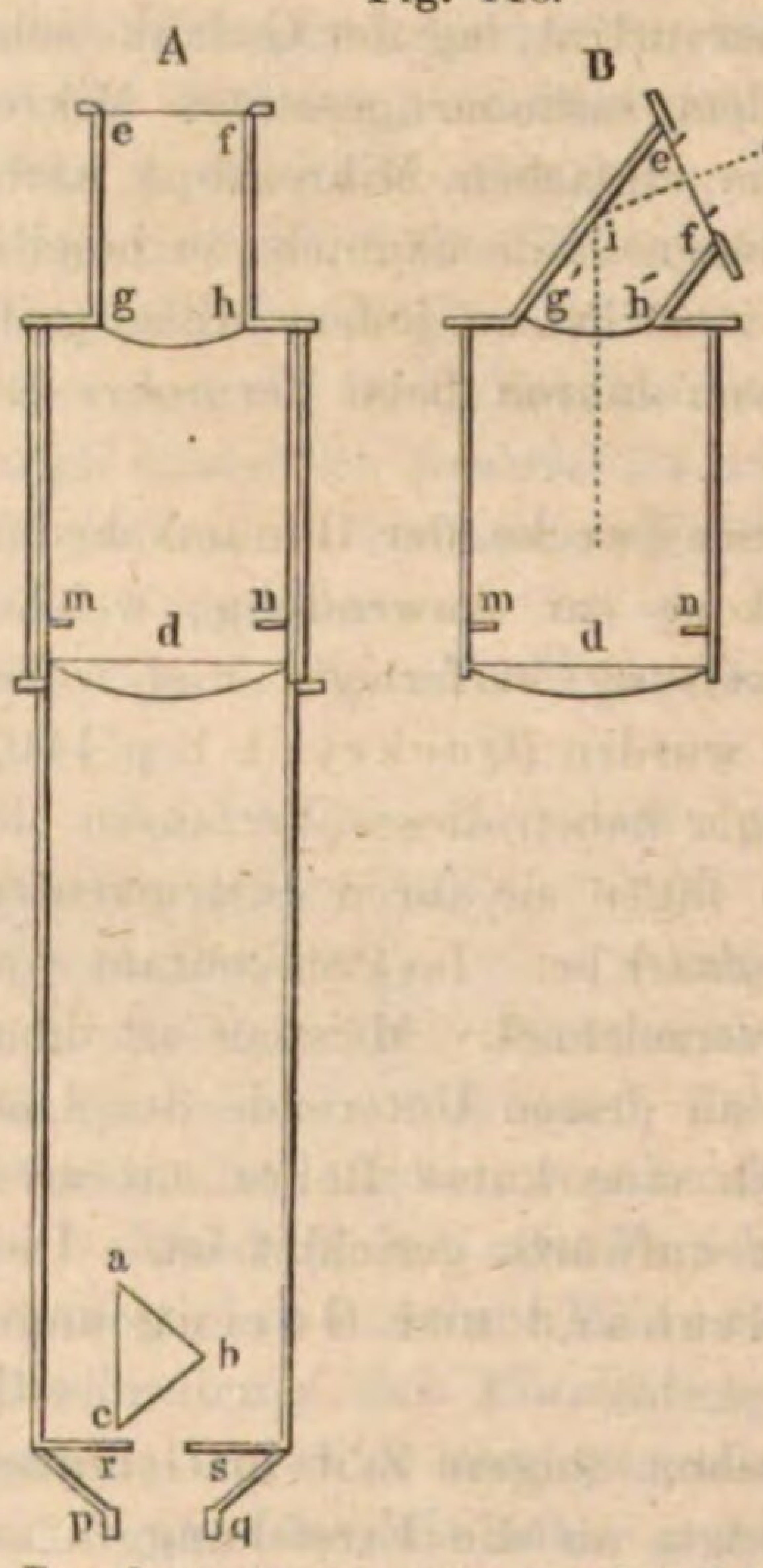


Chevalier's bildumkehrendes Prisma.

Das nämliche Princip der doppelten totalen Reflexion ist auch beim bildumkehrenden Mikroskope Nachet's festgehalten, welches dieser zuerst im Jahre 1843 verfertigte (*Comptes rendus*, 1843. XVII, p. 917). Vor dem Chevalier'schen hat es den grossen Vorzug, dass das Mikroskoprohr vertical steht, so dass die Hände, wenn Zergliederungen darunter vorgenommen werden, viel freier sind. Auch ist die Unterfläche des oberen Prisma convex geschliffen, so dass dasselbe zugleich als Linse wirkt und das Gesichtsfeld grösser macht.

Das Rohr dieses bildumkehrenden Mikroskopes ist in Fig. 110 im Durchschnitte dargestellt, und zwar bei A das ganze Mikroskoprohr, bei B das Ocular allein für eine Stellung, die von jener bei A um 90° differirt. Die erste halbe Umkehrung erfolgt durch das Prisma *abc*, welches unmittelbar über dem Diaphragma *rs* in der Nähe des Objectives angebracht ist. Bei *d* befindet sich ein gewöhnliches planconvexes Collectivglas und bei *mn* ein Diaphragma. Das zweite Prisma, welches durch seine convexe Unterfläche auch als Ocular wirkt, befindet sich bei A in *efgh*, bei B in *e'f'g'h'*. Aus der Abbildung ersieht man, dass ein in *o* befindliches Auge, welches unter einem Winkel von etwa 45° auf die gerade Fläche *e'f'* des Prisma sieht, die Bilder der Objecte, die sich unter dem Mikroskope befinden, in ihrer wahren Richtung nach dem Verlaufe der Linie *oi* sehen wird.

Fig. 110.



Durchschnitt von Nachet's bildumkehrenden Rohre.

Es gehören zu diesem Mikroskope vier achromatische Doppellinsen, die einzeln, oder zu zwei, drei oder vier vereinigt, unten an den kegelförmigen Theil des Rohres bei *pq* angeschraubt werden. Bei dem von mir untersuchten Instrumente fand ich:

Objectiv.	Vergrösserung.	Abstand der Unterfläche des Objectives vom Objecte.
Eine Doppellinse	20	48mm
Zwei Doppellinsen	50	17
Drei Doppellinsen	92	8
Vier Doppellinsen	104	5

Bei einer Projection von 25 Centimeter beträgt der Durchmesser des Gesichtsfeldes 165 Millimeter; man kann daher bei den genannten Vergrösserungen noch 8,2, 3,3, 1,8 und 1,6 Millimeter des Objectes übersehen.

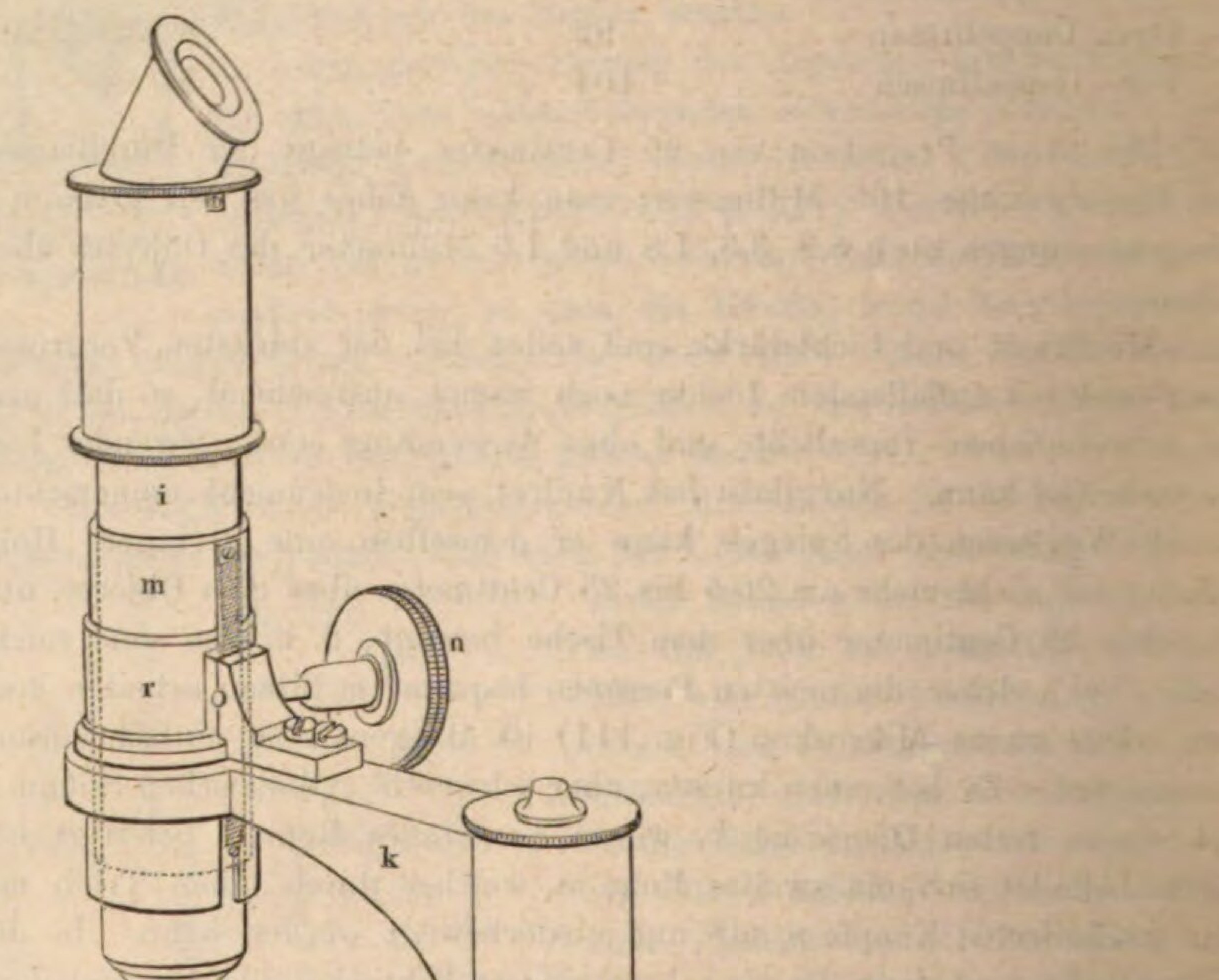
Helligkeit und Lichtstärke sind selbst bei der stärksten Vergrösserung und bei auffallendem Lichte noch immer ausreichend, so dass man bei gewöhnlichem Tageslichte und ohne Anwendung concentrirender Linsen arbeiten kann. Nur dazu hat Nachet sein Instrument eingerichtet. Durch Weglassen des Spiegels kann er demselben eine geringere Höhe geben, die nicht mehr als 20,5 bis 25 Centimeter über dem Objecte, und 25,5 bis 29 Centimeter über dem Tische beträgt, d. h. also eine solche Höhe, bei welcher die meisten Personen bequem im Sitzen arbeiten können. Das ganze Mikroskop (Fig. 111) ist übrigens sehr einfach zusammengesetzt. Es hat einen kurzen, aber schweren cylindrischen Stamm *b* mit einem festen Querarme *k*, woran ein kurzes Rohr *r* befestigt ist; darin befindet sich ein zweites Rohr *m*, welches durch einen Trieb mit dem geränderten Knopfe *n* auf- und niederbewegt werden kann. In das innere Rohr wird dann die oben beschriebene Mikroskopröhre *i* geschoben. Als Fussstück für den Stamm benutzt Nachet entweder eine schwere, länglich viereckige Messingplatte, oder einen Dreifuss aus drei gleichen Klauen *ggg*, an deren Vereinigung der Stamm befindlich ist, der sich darauf um eine Axe dreht.

Neuerer Zeit indessen liefert Nachet diese Art von Mikroskopen nicht mehr. Seine jetzigen sind zwar im Allgemeinen nach dem nämlichen Modelle verfertigt, die Bildumkehrung aber wird durch das alsbald zu erwähnende Ocularprisma zu Stande gebracht.

Als ein Mittel zur Bildumkehrung im zusammengesetzten Mikroskope bezeichnete ich im Jahre 1848 in dieser Schrift auch zwei rechtwinkelige Prismen, die so über einander gestellt würden, dass die Hypothenusenflächen mit der Axe des Mikroskopes parallel sind, und die Reflexionsfläche des einen Prisma auf jener des andern Prisma senkrecht steht. Dadurch kämen zwei halbe Umkehrungen zu Stande, und schliesslich befände sich das Bild wiederum ganz in der nämlichen Richtung wie das Object. Nur sprach ich damals die Besorgniss aus, es möge eine solche Combination wegen des schiefen Einfalls der Strahlen zu wenig Licht durchlassen. Diese Besorgniss hat sich indessen späterhin als grundlos erwiesen. Dove (Poggend. *Annal.* Bd. 83, S. 189) hat beim terrestrischen Oculare für

Fernrohre mit Erfolg von dieser Einrichtung Gebrauch gemacht, und somit wird eine derartige Combination auch für Mikroskope anwendbar sein.

Fig. 111.



Nachet's bildumkehrendes Mikroskop.

Nur ist es vorzuziehen, über das rechtwinkelige Prisma ein Prisma von solcher Form zu bringen, dass die Strahlen unter einem Winkel von 30°

bis 40° zur Mikroskopaxe heraustreten. Die Haltung des Kopfes ist dann eine bequemere.

Besser noch als die Verbindung zweier solcher Prismen eignet sich ein einzelnes Prisma, womit die Bildumkehrung durch wiederholte innere Reflexion bewirkt wird. Ein solches Prisma, das nur über das Ocular zu kommen brauchte, wenn alle Objecte in der richtigen Stellung sichtbar sein sollten, hat Amici 1856 angegeben. Wegen der Kleinheit des Gesichtsfeldes nahm weiterhin Nachet darin eine Aenderung vor, dass er das Prisma mit dem Oculare vereinigte (I, S. 218). In Fig. 112 sehen wir das letztgenannte Prisma in seiner Hülse. Aus der Abbildung erhellet, dass in geneigter Stellung hindurch gesehen wird, was beim Präpariren unter dem Mikroskope vortheilhaft ist.

Fig. 112.



Nachet's bildumkehrendes Prisma.

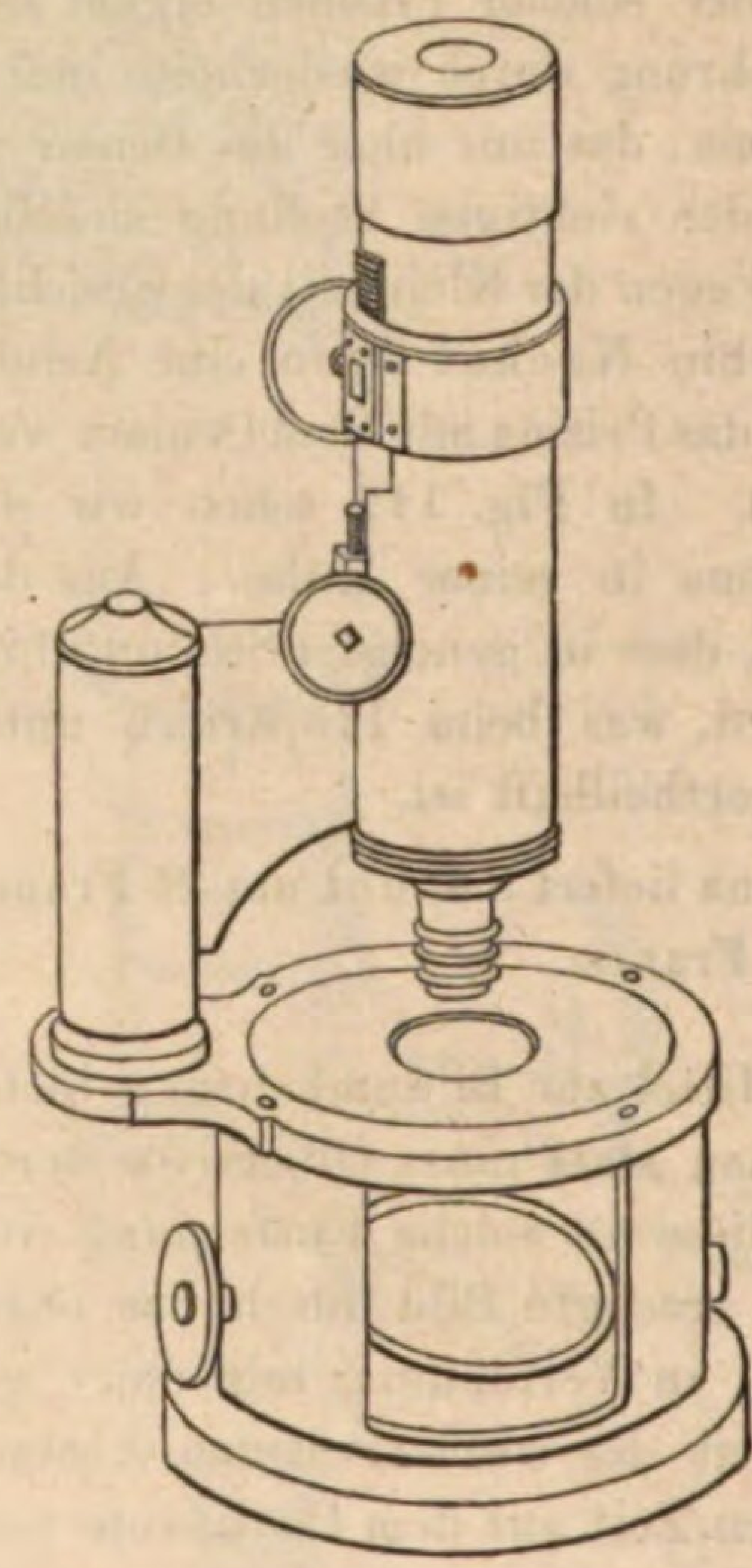
Das erstere Prisma liefert Nachet um 25 Francs, das zweite um 35 Francs.

Ein ferneres Mittel zur Bildumkehrung bietet sich darin, dass man statt eines Objectives deren zwei nimmt und diese in solche Entfernung von einander bringt, wobei das vom unteren erzeugte Bild durch das obere vergrössert sich darstellt. Diese Methode, in Verbindung mit einer gewisse Grenzen einhaltenden Veränderlichkeit des wechselseitigen Abstandes beider Objective, hat man in der letzten Zeit auf dem Continente vorzugsweise in Anwendung gezogen.

Die erste Idee dazu ist von Strauss-Durckheim (*Traité pratique et théorique d'Anatomie comparée.* I, p. 81) ausgegangen. Er theilte seine Ansicht Trécourt und Oberhäuser mit, und im Jahre 1839 legte Letzterer der französischen Akademie ein nach diesem Principe verfertigtes sogenanntes *Microscope à dissection* vor (*Comptes rendus.* 1839. IX, p. 322). Bei diesem Mikroskope liessen sich die beiden Objective durch einen Trieb weiter von einander entfernen oder einander mehr nähern. Die Vergrösserung konnte von 0 bis 500 gehen. Bei der stärksten Vergrösserung blieb das untere Objectiv immer noch 4 Millimeter vom Objecte entfernt. Bei einer 150maligen Vergrösserung blieb noch ein Object von 0,2 Millimeter Durchmesser im Gesichtsfelde, und bei einer 2maligen Vergrösserung ein solches von 40 Millimeter Durchmesser. Dieses Oberhäuser'sche Dissectionsmikroskop (Fig. 113 a. f. S.) hat ganz das nämliche Gestell, wie seine grossen Mikroskope älteren Modells. Nur schiebt sich in dem äussern Rohre ein inneres auf und nieder mittelst eines Triebes, wodurch die Veränderung im Abstande der beiden Objective und somit auch die veränderliche Vergrösserung zu Stande kommt.

Betrachten wir diese Einrichtung näher, so sehen wir, dass der Gang der Strahlen im Körper des Mikroskopes eigentlich nicht anders ist, als bei den viele Jahre früher in England gebräuchlichen Instrumenten. Die Verbesserung von Trécourt und Oberhäuser lag aber darin, dass sie als bildumkehrendes Glas ebenfalls eine achromatische Linse benutzten, die ausserdem auch einen kürzern Focus hatte. Dadurch nahm zuvörderst die Deutlichkeit und Schärfe des Bildes zu und es wurde zweitens auch möglich, eine grössere Breite der möglichen Vergrösserungen zu erzielen.

Fig. 113.



Bildumkehrendes oder pankratisches Mikroskop von Oberhäuser.

Ihr Beispiel fand auch bald Nachahmung. Im Jahre 1841 beschrieb Fischer von Waldheim (*Le Microscope pancratique.* Moscou, 1841) ein von Chevalier verfertigtes Instrument als *Microscope pancratique*, dessen Einrichtung durchaus auf dem nämlichen Principe ruht. Wir hören ferner aus dem Jahre 1843, dass Plössl (*Versammlung d. D. Naturf. in Gratz*, Sitzung v. 20. Sept.) ein zusammengesetztes bildumkehrendes Mikroskop verfertigt hatte, zu dessen Verbesserung Dr. Fenzl beigetragen haben sollte. Dieses bildumkehrende Mikroskop Plössl's (abgebildet in Fig. 94 S. 183) hat das gewöhnliche Ocular des Fernrohres für irdische Objecte, und in der Schärfe des Bildes soll es nach Mohl (*Mikrographie* S. 225) den Vorzug vor Oberhäuser haben. Wirklich sind auch die früheren Dissectionsmikroskope des Letzteren in dieser Beziehung sehr unvollkommen, wie ich mich durch die Untersuchung eines solchen vom Jahre 1841 überzeugt habe. Daran ist meines Erachtens Schuld, dass Oberhäuser zu starke Objective nahm; das verschaffte zwar eine grössere Breite im vergrössernden Vermögen, aber nur auf Kosten der Aberrationsverbesserung, was er später auch selbst eingesehen hat. Bei einem Instrumente aus dem Jahre 1846, worüber Mohl einen günstigen Bericht giebt, ist die schwächste Vergrösserung nur eine 6fache bei 70 Millimeter Abstand vom Objecte und einem Gesichtsfelde von 15,4 Millimeter Durchmesser, und die stärkste Vergrösserung geht nur bis 68 bei 14 Millimeter Abstand vom Objecte, wovon dann nur noch gut 1 Millimeter übersehen werden kann. Bei

diesem Instrumente ist Oberhäuser auch von seiner früheren Einrichtung abgewichen und hat ein Ocular für irdische Objecte genommen. Davon rührt wahrscheinlich die grosse Länge des Rohrs her: bei 6facher Vergrösserung steht das Ocular 23,6 Centimeter über dem Tische, bei 36facher 25 Centimeter, bei 78facher 32,5 Centimeter.

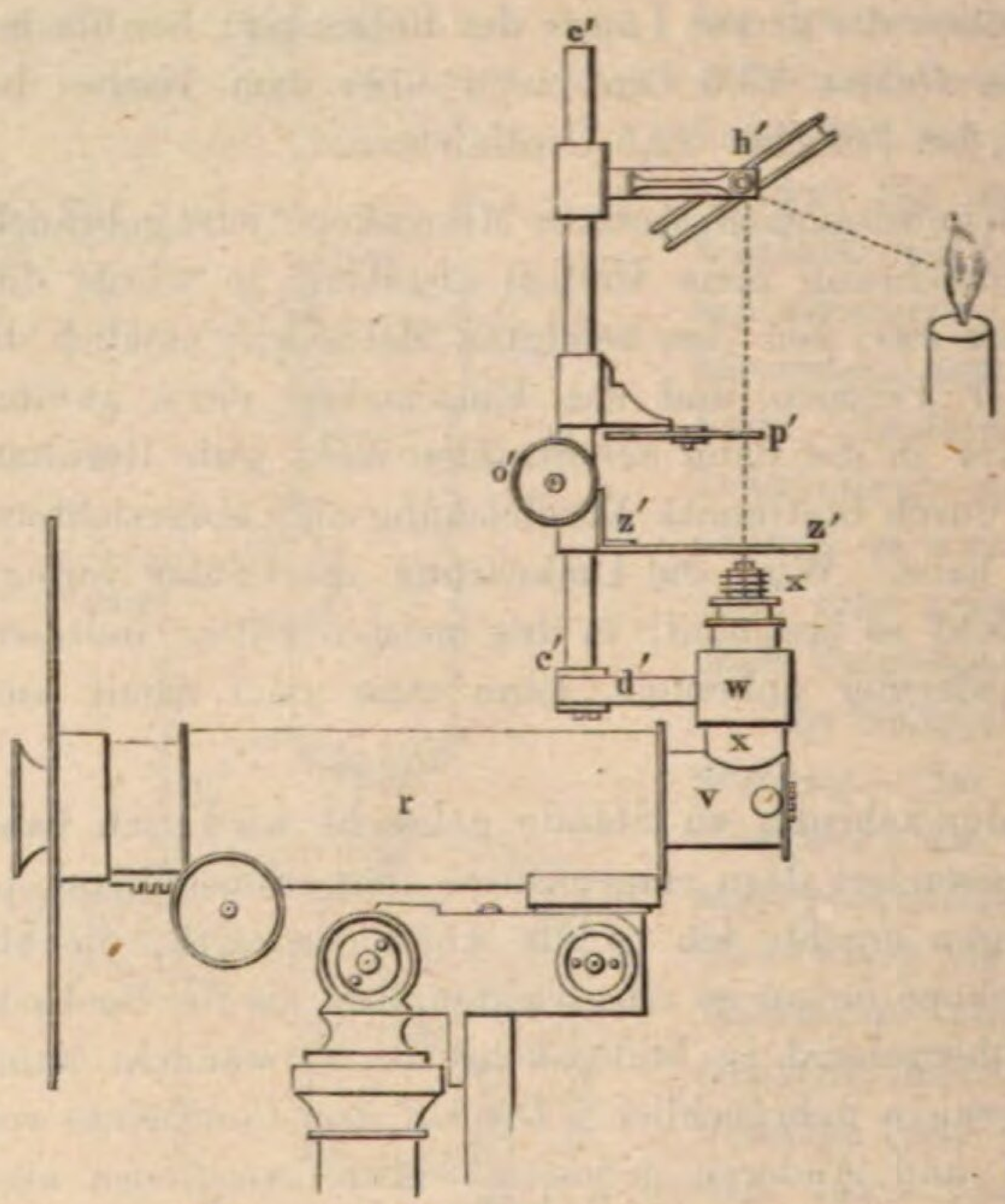
Soll ich über die beim zusammengesetzten Mikroskope jetzt gebräuchlichen Mittel zur Bildumkehrung mein Urtheil abgeben, so würde dies darauf hinauslaufen, dass zwei von den befolgten Methoden, nämlich die Benutzung reflectirender Prismen und das Einschieben eines zweiten achromatischen Objectives in die Bahn der Strahlen recht gute Resultate geben, wovon ich mich durch bestimmte Vergleichung also eingerichteter Instrumente überzeugt habe. Wird die Umkehrung ins Ocular verlegt, dann sind die Bilder nicht so bestimmt; in den meisten Fällen indessen, wo es blos auf Zergliederung ankommt, kann man auch damit auskommen.

Wie auch die Bildumkehrung zu Stande gebracht wird, ich kann nur wiederholen, dass besonders dazu eingerichtete Dissectionsmikroskope überflüssig sind. Dagegen erachte ich es für wünschenswerth, die zusammengesetzten Mikroskope fortan so einzurichten, dass sie der Beobachter, wenn er will, vorübergehend in bildumkehrende verwandeln kann. In England ist dies allgemein gebräuchlich. Die auf dem Continente von Oberhäuser, Nachet und Anderen gebotenen Mittel verdienen aber unzweifelhaft den Vorzug vor dem nichtachromatischen *erecting glass*. Bequem und einfach ist das Amici'sche Prisma, noch mehr das verbesserte Nachet'sche Prisma. Ist ein solches so sorgsam gearbeitet, wie es Nachet liefert, so ist das Bild eben so frei von achromatischer Aberration, als wenn man durch ein gewöhnliches Ocular sieht. Indessen gleich vortheilhaft und dabei etwas billiger ist es, wenn man ein achromatisches Linsensystem in die Bahn der Strahlen bringt, wo man auch die Vergrösserung innerhalb gewisser Grenzen vermehren und vermindern kann. Nur muss das Mikroskop so eingerichtet sein, dass dieses System am unteren Ende eines Rohres, welches in einem weiteren Rohre sich auf- und niederbewegt, angesetzt und mit Leichtigkeit wieder weggenommen werden kann. Diese Einrichtung habe ich bei zweien meiner Mikroskope, die im täglichen Gebrauche sind. Auf meine Veranlassung fügt Nachet jetzt, wenn es verlangt wird, seinen Mikroskopen ebenfalls ein hierzu dienendes System bei.

Natürlich ist dies nur bei solchen Mikroskopen mit einigem Vortheile anzubringen, die nicht zu hoch sind. Deshalb geht es nicht bei den grossen Mikroskopen von Plössl, Schiek, Ross, Powell u. s. w., weil es zur Vornahme von Zergliederungen auf dem Objecttische durchaus nöthig ist, dass man sitzend arbeitet, was aber wohl den Meisten schwer

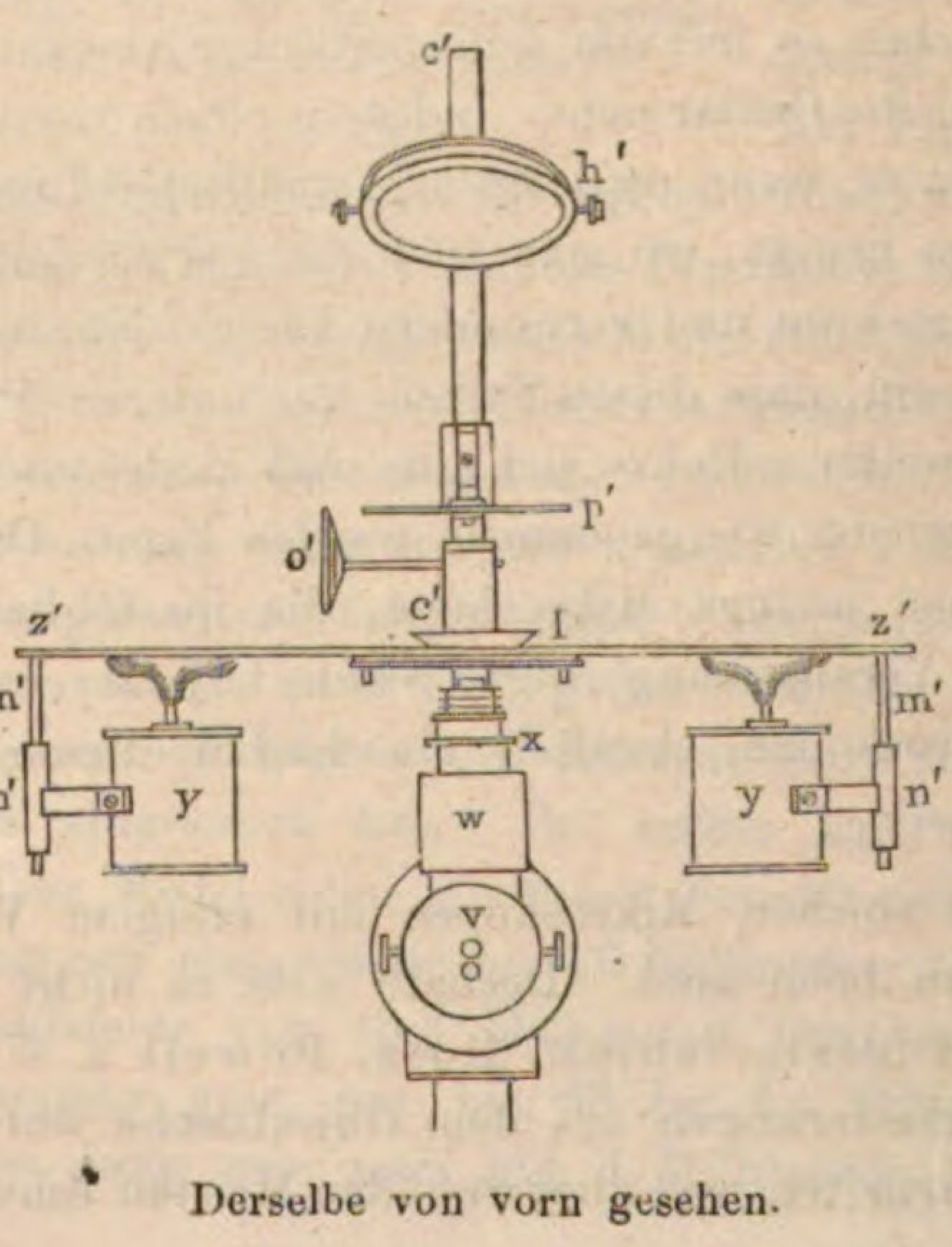
Fig. 114.

A



Chevalier's mikrochemischer Apparat in der Seitenansicht.

B



Derselbe von vorn gesehen.

fällt, wenn die Höhe des ganzen Instruments vom Ocular bis zum Tische mehr als 30 Centimeter beträgt.

63 Es ist hier auch der Ort, einer modificirten Einrichtung des zusammengesetzten Mikroskopes zu gedenken, die für manche Untersuchungen sehr erspriesslich sein kann, nämlich der Aufwärtskehrung des Objectivs. Ein solches umgekehrtes Mikroskop (*Microscopium inversum*), wie man es nennen könnte, und zwar ausdrücklich zu mikrochemischen Untersuchungen bestimmt, wurde zuerst schon vor vielen Jahren von Chevalier angefertigt. Die Einrichtung wurde mit Chevalier's horizontalem Mikroskope (S. 142 Fig. 78) in Verbindung gebracht, woran die Röhre *v*, welche das reflectirende Prisma enthält, zugleich mit dem Objective *x* umgedreht werden kann, so dass das letztere nun nach oben sieht. Die weitere Einrichtung erhellt aus Fig. 114, wo die Buchstaben in A und B die nämlichen Theile bezeichnen. Auf das Objectivrohr *x* passt der Ring *w*,

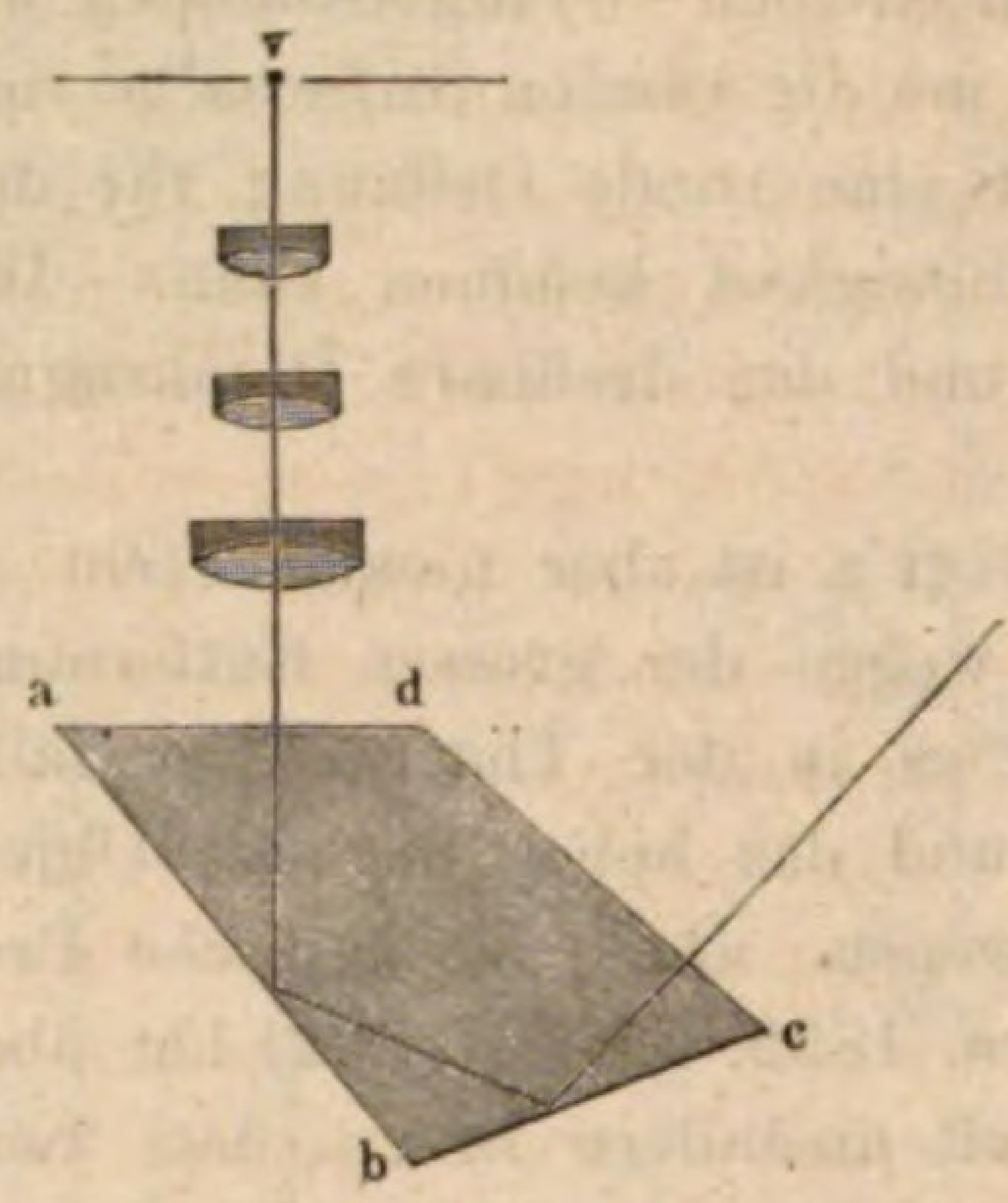
der durch den Querarm *d'* mit der vierseitigen Stange *c' c'* in Verbindung steht. An dieser Stange bewegt sich durch einen mit dem Knopfe *o'* versehenen Trieb der länglich vierseitige Objecttisch *z' z'*. Einander gegenüber sind am Objecttische die beiden kleinen Weingeistlampen *y y* befestigt, indem sie durch die Hülsen *n' n'* um die runden Stifte *m' m'* sich drehen. Die Mitte des Objecttisches hat eine runde Oeffnung für das Uhrglas *l*, in welches eine erwärmte Flüssigkeit kommen kann. Die Beleuchtung findet durch den Spiegel *h'* und das drehbare Diaphragma *p'* statt.

Dieses chemische Mikroskop Chevalier's ist aber niemals recht in Gebrauch gekommen, hauptsächlich wohl wegen der grossen Entfernung des Objecttisches vom Oculare, wodurch es in der That schwer fällt, gleichzeitig durchs Mikroskop zu sehen und das höher liegende Object mit den nicht unterstützten Armen zu bewegen. Der amerikanische Professor Lawrence Smith (*American Journ.* 1852. XIV, p. 232) hat aber dieses Mikroskop durch Nachet dergestalt umändern lassen, dass zwar die zu Grunde liegende wesentliche Idee nicht aufgegeben, das Instrument aber praktisch weit brauchbarer wurde. Die hauptsächlichste Veränderung besteht in der Form des Prisma, welches in Fig. 115 (a. f. S.) dargestellt ist. In diesem Prisma findet eine doppelte Reflexion statt, wodurch die Strahlen in eine Richtung kommen, bei welcher der Kopf die bequemste Stellung haben kann, und wobei auch die Hände, ganz so wie beim gewöhnlichen Mikroskope, zur Behandlung der Objecte auf dem Objecttische benutzt werden können. Smith hat folgende Winkel an sein Prisma schleifen lassen: $a = 55^0$, $b = 107^1/_2{}^0$, $c = 52^1/_2{}^0$, $d = 145^0$. Die Axe des reflectirten Strahlenbündels bildet dann einen Winkel von 35^0 mit der Senkrechten. Es versteht sich aber von selbst, dass dieser Winkel etwas grösser oder kleiner ausfallen kann, wenn man dem Prisma eine etwas andere Gestalt giebt.

Das Mikroskop, wie es Nachet hergestellt hat, ist in Fig. 116 (a. f. S.) dargestellt. Das Kästchen *ab*, worin das Prisma enthalten ist, hat seine Befestigung auf einem Schlitten, der sich zwischen zwei Leisten hin- und herbewegt, so zwar, dass beim Ziehen am Knopfe *c* das Kästchen mit dem darauf befestigten Objectivrohre nach vorn und zur Seite des Objecttisches zu stehen kommt, worauf dann das Objectiv, welches bei *d* aufgeschraubt wird, ohne Mühe mit einem anderen vertauscht werden kann. Zur gröberen Einstellung dient das Röhrchen *e*; dasselbe trägt das Objectiv und lässt sich auf einem im Inneren befindlichen Röhrchen auf- und niederschieben. Die feinere Einstellung erfolgt durch das Umdrehen einer Schraube mittelst des gerieften Randes bei *f*. Der Objecttisch, welcher durch einen festen kurzen Stamm mit dem runden Fussstücke fest und unbeweglich verbunden ist, hat eine runde Gestalt und ist unbeweglich. Auf diesen Tisch kann eine zweite freiliegende Platte *g*

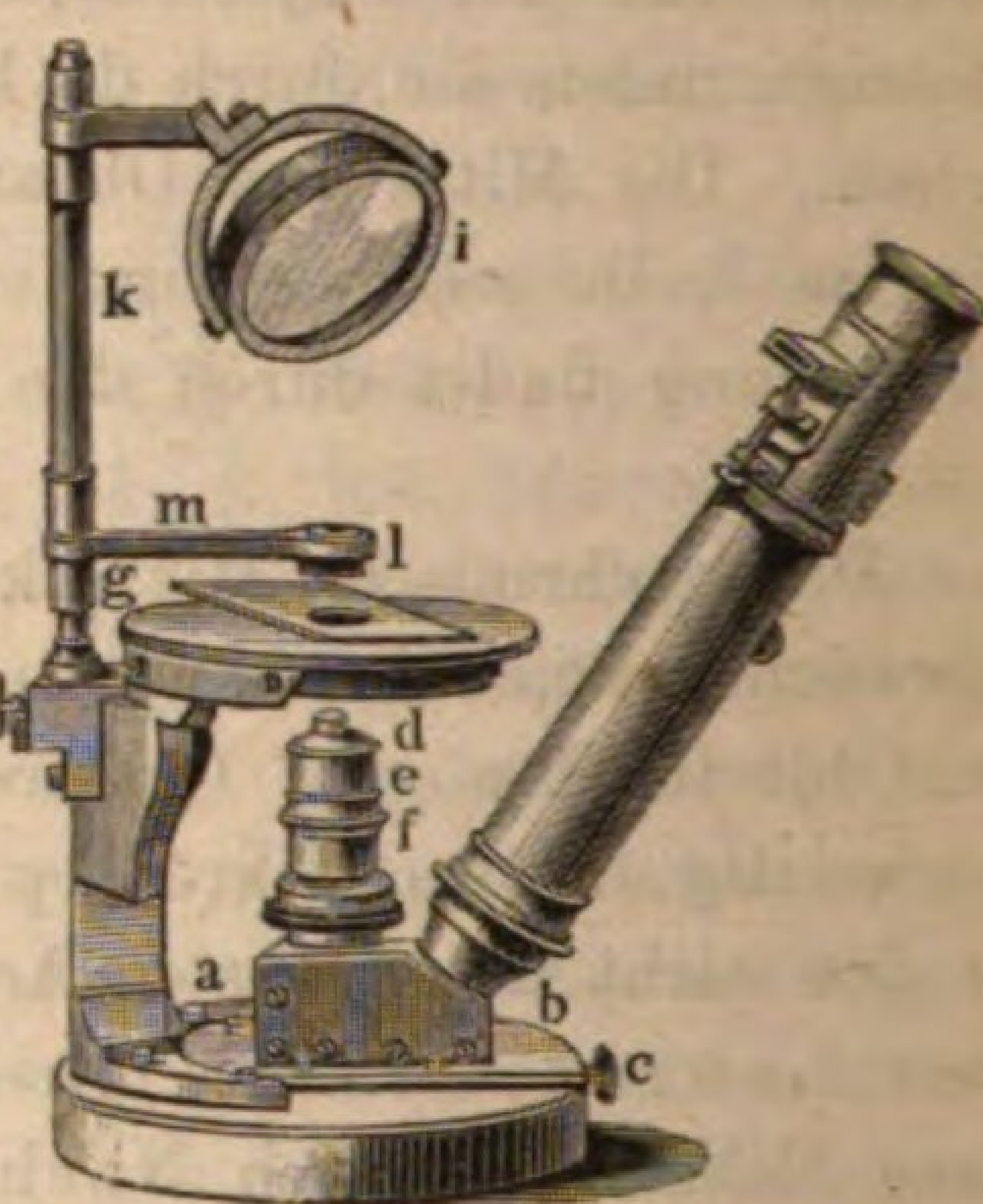
kommen, mit einer Oeffnung in der Mitte, über welche ein kurzes Rohr hinausragt, das in die Oeffnung des ersten oder eigentlichen Objecttisches

Fig. 115.



Smith's Prisma zum umgekehrten Mikroskope.

Fig. 116.



Nachet's umgekehrtes Mikroskop.

passt. Dieser freie Objecttisch ist länglich vierseitig und so lang, dass er den Rand des ersteren etwas überragt. Man kann so unter den nach aussen überragenden Theil eine kleine Spirituslampe bringen, die zum Ganzen gehört und an einer Stange, welche auf einem besondern Fussstücke ruht, höher und niedriger gestellt werden kann. Der Beleuchtungsapparat besteht zuvörderst aus einem nach allen Seiten beweglichen Spiegel *i*, der an der runden Stange *k* auf- und niedergleitet, und zweitens aus einem deckelförmigen mit einer kleinen Oeffnung versehenen Diaphragma *l*, welches von dem Arme *m* getragen wird, der, gleich dem Spiegel, um die runde Stange *k* sich dreht, so dass er höher oder tiefer gestellt, oder auch ganz zur Seite gedreht werden kann.

Dieses Mikroskop mit vier Objectivsystemen Nr. 0, 1, 3 und 5, einem Oculare, einem beweglichen Glasmikrometer im Oculare und einem sehr einfachen Goniometer, kostet 350 Francs.

Ohne Zweifel wird manchem Jünger der Wissenschaft mit diesem Mikroskope ein wesentlicher Dienst geleistet. Freilich können die meisten mikrochemischen Reactionen auch unter einem gewöhnlichen Mikroskope vorgenommen werden, wenn man nur hinlänglich grosse Deckplättchen nimmt; doch ist es weit sicherer, namentlich wenn verdunstende Säuren im Spiele sind, man benutzt dazu das umgekehrte Mikroskop, weil die Objective dann niemals der Gefahr ausgesetzt sind, angegriffen zu werden. Das umgekehrte Mikroskop bietet aber ausserdem noch einen vielseitigeren Nutzen: der Gebrauch von Deckplättchen wird dabei überflüssig, ausgenommen wenn man diese blos dazu benutzt, das Object flach

auszubreiten. Nun giebt es mancherlei Beobachtungen, wo die Verwendung von Deckplättchen, die wenigstens bei etwas stärkeren Vergrösserungen nicht entbehrt werden können, sehr störend ist. Man hat etwa ein anatomisches Object mit Nadeln zerzasert und mit einem Deckplättchen bedeckt unters Mikroskop gebracht, und findet nun, dass die Zerzaserung nicht ausreichend gewesen ist, oder dass in Folge des aufliegenden Deckplättchens jene Theile, die man besonders zu sehen wünscht, von anderen verdeckt werden. In einem solchen Falle ist man genöthigt, das Deckplättchen wieder wegzunehmen, die Theile von Neuem bloss zu legen und dies wohl mehrmals zu wiederholen, bis das Präparat deutlich und klar wird. Dieser Mühe ist man beim umgekehrten Mikroskope überhoben; man kann dann so lange an dem Präparate arbeiten, bis es ganz vorbereitet ist. Man könnte auch an der Stange, welche den Spiegel trägt, eine Lupe anbringen, die an einem kurzen Arme an der Stange sich auf- und niederschieben und auch zur Seite drehen lässt, um sie allenfalls über das Object zu schieben und unter ihr die nöthigen Handgriffe auszuführen.

Aus dem nämlichen Grunde bewährt sich dieses Mikroskop auch nützlich beim Untersuchen der Entwickelung vegetabilischer wie animalischer Organismen, wie Süsswasseralgen, Infusorien, Molluskeneier u. s. w., die nicht gut einen Druck vertragen und wo doch der Luftzutritt nöthig ist. Will man z. B. den einen oder den andern organischen Entwickelungsprocess während einiger Stunden oder selbst Tage verfolgen, so kann man mit etwas geschmolzenem Wachse oder mit einem Gemenge von Wachs und Terpentin ein Glastäfelchen über die Oeffnung des Objecttisches befestigen, und auf dieses, oder noch besser auf ein besonderes Glastäfelchen, oder bei verhältnissmässiger Grösse in einen kleinen Glas- oder Guttaperchatrog den zu untersuchenden Körper mit Wasser bringen. Bedeckt man dann das Ganze mit einem zwei bis drei Centimeter hohen Ringe von Blech oder Messing, schliesst diesen oben hermetisch durch eine gerade Glasplatte, und klebt den etwas breiteren unteren Rand mit einem Gemenge von Wachs und Terpentin auf den Objecttisch, dann kann die Flüssigkeit nicht verdunsten, zumal wenn die Innenfläche des Ringes vor dem Aufsetzen auf die Glasplatte noch mit Wasser befeuchtet wurde. Um das Anlegen des Wasserdunstes an die gläserne Decke zu verhindern, ist es gut, wenn man diese Glasplatte vorher mit etwas Oel bestreicht.

Für diese Zwecke namentlich habe ich ein solches Instrument, dessen ich mich seit einigen Jahren bediene, sehr vortheilhaft gefunden und gebe ich ihm hierbei vor anderen Mikroskopen den Vorzug.

Gegenüber diesen Vorzügen giebt es freilich auch einige Punkte, worin ein solches umgekehrtes Mikroskop dem gewöhnlichen Mikroskope nachsteht. Zuvörderst ist das Prisma, wie vortrefflich es auch geschliffen

sein mag, als feststehender Bestandtheil des Mikroskopes dennoch zu verwerfen, weil es dessen optischem Vermögen immer einigen Eintrag thut. Zweitens ist es immer viel schwieriger, die Beleuchtung, die bei dieser Einrichtung von oben her stattfindet, zu reguliren, als wenn der Beleuchtungsapparat unter den Objecttisch kommt; dies rührt aber besonders davon her, dass das Object nicht blos durch den Spiegel, sondern von allen Seiten her Licht empfängt, dass somit die sehr schief auffallenden Strahlen im Objecte gebrochen und reflectirt werden, wodurch das ganze Bild etwas Nebliges und Undeutliches bekommt. Diesem Uebelstande wird durch das oben erwähnte deckelförmige Diaphragma begegnet, und es muss dasselbe deshalb ganz dicht über das Object kommen, damit die von der Seite einfallenden Strahlen möglichst ausgeschlossen werden. Bemerken muss ich indessen, dass jene Beleuchtung in manchen Fällen, zumal wenn schief einfallendes Licht erforderlich ist, sehr vortheilhaft wirkt. Sehr schwierige Probeobjecte, an denen die Strichelchen bei schief von unten einfallendem Lichte sehr schwierig wahrzunehmen sind, erkennt man recht deutlich, wenn der Spiegel sowohl als das Diaphragma eine schiefe Stellung bekommen. Als dritter Uebelstand dieser Einrichtung des umgekehrten Mikroskopes ist der Umstand anzuführen, dass man, wenn das stärkste Objectiv Nr. 5 genommen wird, das Objectiv nicht auf ein Glastäfelchen von gewöhnlicher Dicke legen darf, sondern hierzu so dünnes Glas nehmen muss, wie es sonst nur zu Deckgläschen verwendet wird. Als die grösste Unvollkommenheit dieses Mikroskops sehe ich es aber endlich an, dass es in seinem gegenwärtigen Zustande zur Beobachtung von Objecten bei auffallendem Lichte sich nicht eignet. Möglich ist es indessen, durch passend angebrachte spiegelnde Oberflächen dieser Unvollkommenheit theilweise wenigstens abzuhelfen.

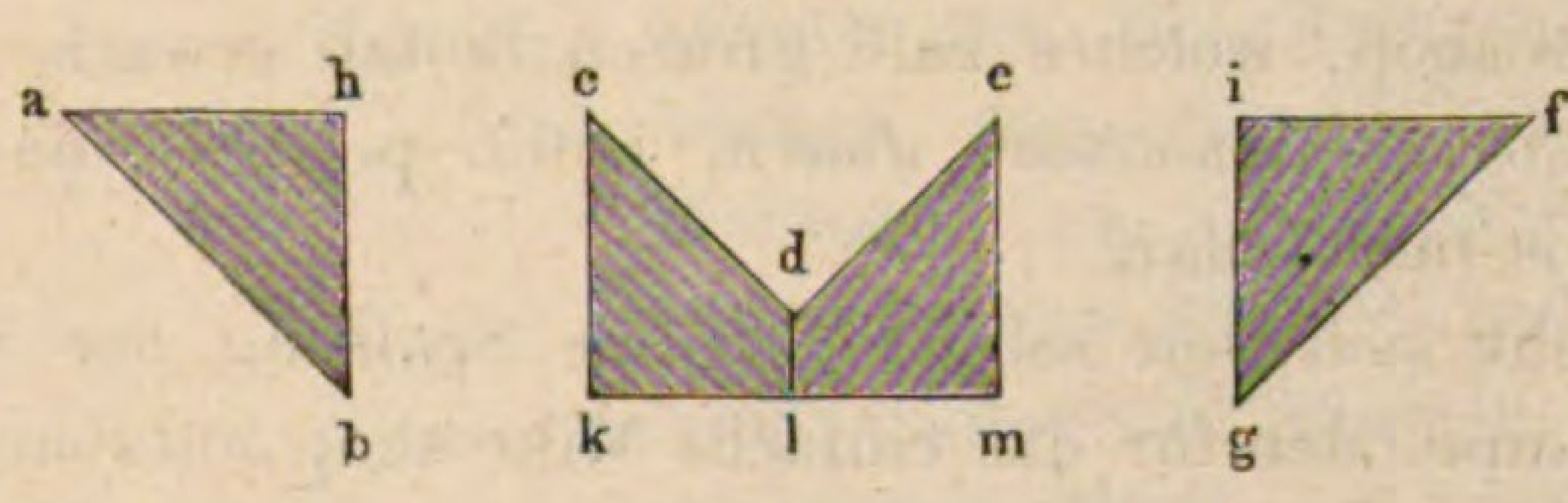
Im nämlichen Jahre 1850, wo Nachet für Lawrence Smith das oben beschriebene Mikroskop verfertigte, kam Dr. Leeson in London, wie es scheint ganz unabhängig von jenem, auf dieselbe Idee, und nach seiner Anweisung verfertigten damals Smith u. Beck ein solches umgekehrtes Mikroskop, das sich vom Nachet'schen nur darin unterscheidet, dass sein Objecttisch sich höher und niedriger stellen lässt. Die erste Nachricht davon gab aber erst sechs Jahre später Highley (*Quart. Journ.* July, 1856. Nr. XVI, p. 280), der bei dieser Gelegenheit zugleich die Beschreibung und Abbildung eines mineralogischen Mikroskopes gab, das in der Hauptsache gleiche Einrichtung hat als das umgekehrte Mikroskop, ausserdem aber einen um zwei Axen beweglichen Objecttisch besitzt mit zwei entsprechenden eingetheilten Kreisen, um die Neigungswinkel von Krystallflächen messen zu können, und im Oculare ein Turmalin- und ein Kalkspathblättchen enthält, damit es statt Kobell's Stauroskop benutzt werden kann; wie denn auch noch andere Apparate für krystallographische Untersuchungen dazu kommen.

Arthur Chevalier liefert jetzt auch derartige Mikroskope, die sich blos darin von den Nachet'schen unterscheiden, dass die einfache Blendung durch eine drehbare Scheibe mit verschieden grossen Oeffnungen ersetzt wird, und dass diese Scheibe durchs Drehen eines Knopfes höher oder tiefer gestellt werden kann. Das scheint mir eine Verbesserung zu sein.

Weiter oben (§. 43) ist bereits einiger Versuche gedacht worden, die 64
schon in die erste Zeit nach Erfindung des zusammengesetzten Mikroskopes fallen, um dasselbe in ein binoculäres umzuwandeln. Der damals eingeschlagene Weg, dass man zwei einzelne Mikroskope vereinigte und beide auf das nämliche Object richtete, schien jedoch nicht zu dem beabsichtigten Ziele führen zu können und man stand deshalb weiterhin davon ab. In neuerer Zeit sind aber diese Versuche wiederum aufgegenommen worden. Ueber die Theorie der multoculären Mikroskope ist früher (I, §. 186 flg.) in einem besonderen Kapitel gehandelt worden, wo auch das Nähere über einige der jetzt folgenden Einrichtungen nachzusehen ist.

Dem Nordamerikaner Professor Riddell (*American Journ.* 1853. June p. 266) gebührt das Verdienst, zuerst den wahren Weg angegeben zu haben, den man zur Erreichung dieses Zieles einzuschlagen hat. Er brachte vier rechtwinkelige Prismen in der Stellung, wie in Fig. 117,

Fig. 117.



Riddell's vier Glasprismen.

über das Objectiv und erreichte dadurch eine Spaltung des Strahlenkegels in zwei Bündel, deren jedes durch ein besonderes Ocular aufgefangen werden kann, um mit beiden Augen zugleich auf das nämliche Object zu schauen.

Sobald ich von diesem neuen Verfahren Kenntniss erhalten hatte, schrieb ich an Nachet und schlug ihm vor, er sollte eine kleine Veränderung im Riddell'schen Apparate vornehmen, nämlich die beiden äusseren Prismen weiter von den mittleren entfernen und dadurch ein Mikroskop herstellen, womit zwei Beobachter auf Einmal das nämliche Object sehen könnten, was mir eine vortheilhaftere Verwerthung des zu Grunde liegenden Princips zu sein schien, als wenn man nur an die Herstellung eines stereoskopischen Mikroskopes dächte, von dem ich weit weniger Nutzen erwartete. Ich empfing bald die Antwort von Nachet, dass

ihm Riddell's Verfahren ebenfalls bekannt geworden sei und dass er auch sogleich eingesehen habe, es werde sich so ein Mikroskop für zwei Beobachter herstellen lassen; er sei aber Willens, dies auf etwas andere Weise zur Ausführung zu bringen. Wirklich brachte Nachet im folgenden Jahre seine binoculären Mikroskope für einen Beobachter sowohl wie für zwei Personen zu Stande, denen etwas später sein trioculäres Mikroskop nachfolgte. In diesen verschiedenen Instrumenten wurde die Spaltung der Strahlenbündel nicht durch rechtwinkelige, sondern durch gleichseitig dreieckige Prismen bewirkt.

Im nämlichen Jahre, wo Riddell seine Methode ersonnen und veröffentlicht hatte, beschäftigte sich auch Wenham in England mit der Lösung dieser Frage, und suchte auf dioptrischem Wege zum Ziele zu kommen. Wenham, obwohl nicht Mechanikus von Beruf, war doch im Verfertigen optischer Instrumente nicht ganz ungeübt; er vereinigte zwei Kronglasprismen und ein Flintglasprisma mit einander, und erzielte so eine Spaltung der Strahlenbündel durch Brechung in gleicher Weise, wie durch die reflectirenden Prismen. Ueber seine interessanten Versuche gab Wenham im *Quart. Journ.* 1853. Oct. V. *Transact.* p. 10 Nachricht. Einige Jahre darauf beschrieb aber Wenham (*Quart. Journ.* 1860. XXXII. *Transact.* p. 154) eine verbesserte Einrichtung, wodurch die vorher bestehende Pseudoskopie aufgehoben wurde. Indessen schon im nächsten Jahre (*Quart. Journ.* 1861. N. Ser. I, p. 15) liess er das dioptrische Princip ganz fallen, und erfand das katadioptrische binoculäre oder stereoskopische Mikroskop, welches bald grossen Beifall erwarb. Endlich verlegte R. B. Tolles (*American Journ.* 1865. p. 212) die Spaltung des Strahlenbündels ins Ocular.

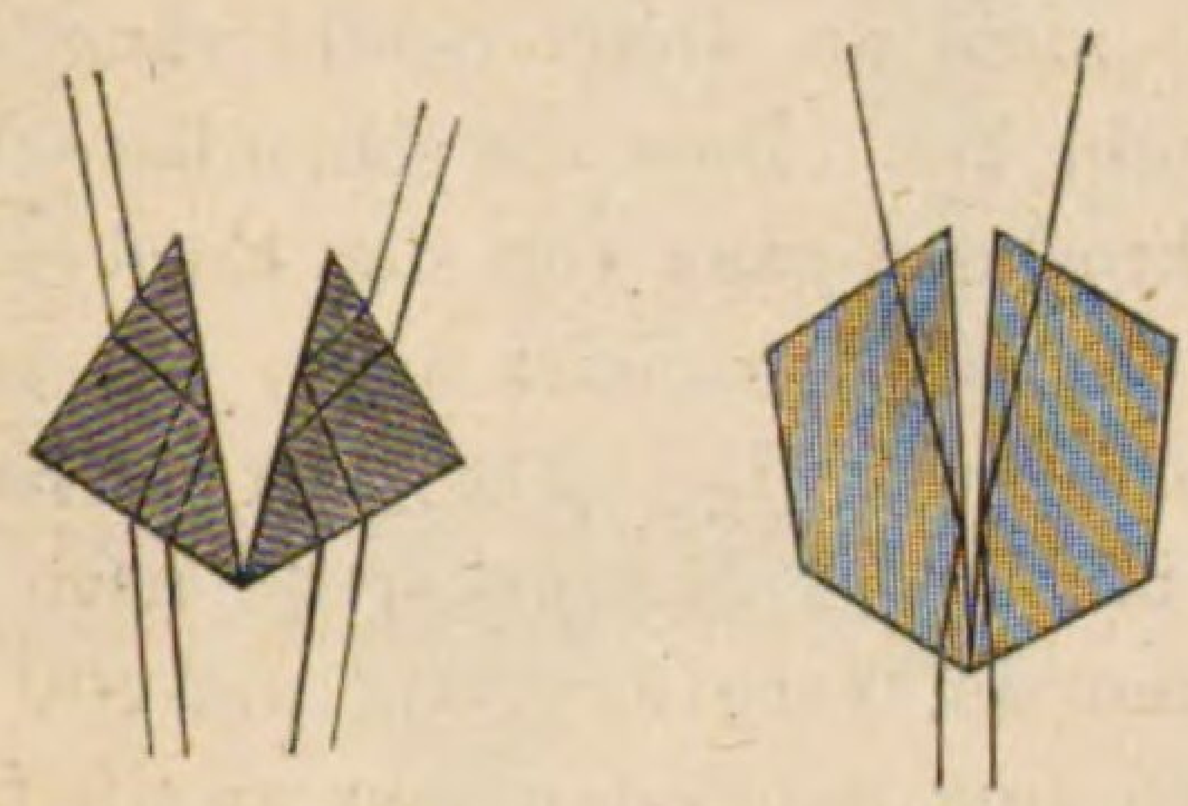
Es versteht sich von selbst, dass die Spaltung der Strahlenbündel auch für die Lupe oder für das einfache Mikroskop nutzbar gemacht werden kann, und gerade hierzu hat Riddell (*Quart. Journ.* Oct. 1853. Nr. V, p. 18) die Vereinigung der vier rechtwinkeligen Prismen empfohlen. Er hat ein derartiges zu Zergliederungen bestimmtes Instrument zu Stande gebracht mit Linsen von $^1/_2$ Zoll bis zu 3 Zoll Brennweite, womit er auch die S. 226 erwähnte Pumpeinrichtung zum feinen Einstellen in Verbindung setzte. Späterhin haben Nachet und R. Beck die binoculäre Einrichtung auch fürs einfache Mikroskop in Anwendung gebracht.

Riddell hat ferner vorgeschlagen, bei Lupen mit ziemlich grossem Focus, wie sie Künstler und Naturforscher brauchen, statt der Prismen kleine Glasspiegel zu benutzen und diese etwa ähnlich wie an Parallellinealen zu befestigen, die Linse aber unterhalb in die Mitte zu bringen, so dass sich der ganze Apparat wie eine Brille auf der Nase tragen liesse. Das zweite Spiegelbild, meint er, werde hier nicht schaden, weil es zu schwach ist.

Riddell fand, dass ein zusammengesetztes binoculäres Mikroskop,

worin sich die Strahlenbündel durch vier rechtwinkelige Prismen spalten, pseudoskopische Bilder giebt, indem die Vertiefungen erhöht und die Erhöhungen vertieft erscheinen. Er gab deshalb der Einrichtung den Vorzug, dass blos zwei rechtwinkelige Prismen mit spitzen Winkeln von 45^0 genommen und wie in Fig 118 neben einander gestellt werden, wo dann die Axen der Strahlenbündel, die von den Hypothenusenflächen reflectirt werden, zusammen einen spitzen Winkel bilden. Jenachdem die Prismen, während ihre unteren Kanten in Berührung bleiben, mehr oder weniger weit auseinander gerückt werden, wird jener Winkel ein grösserer oder kleinerer.

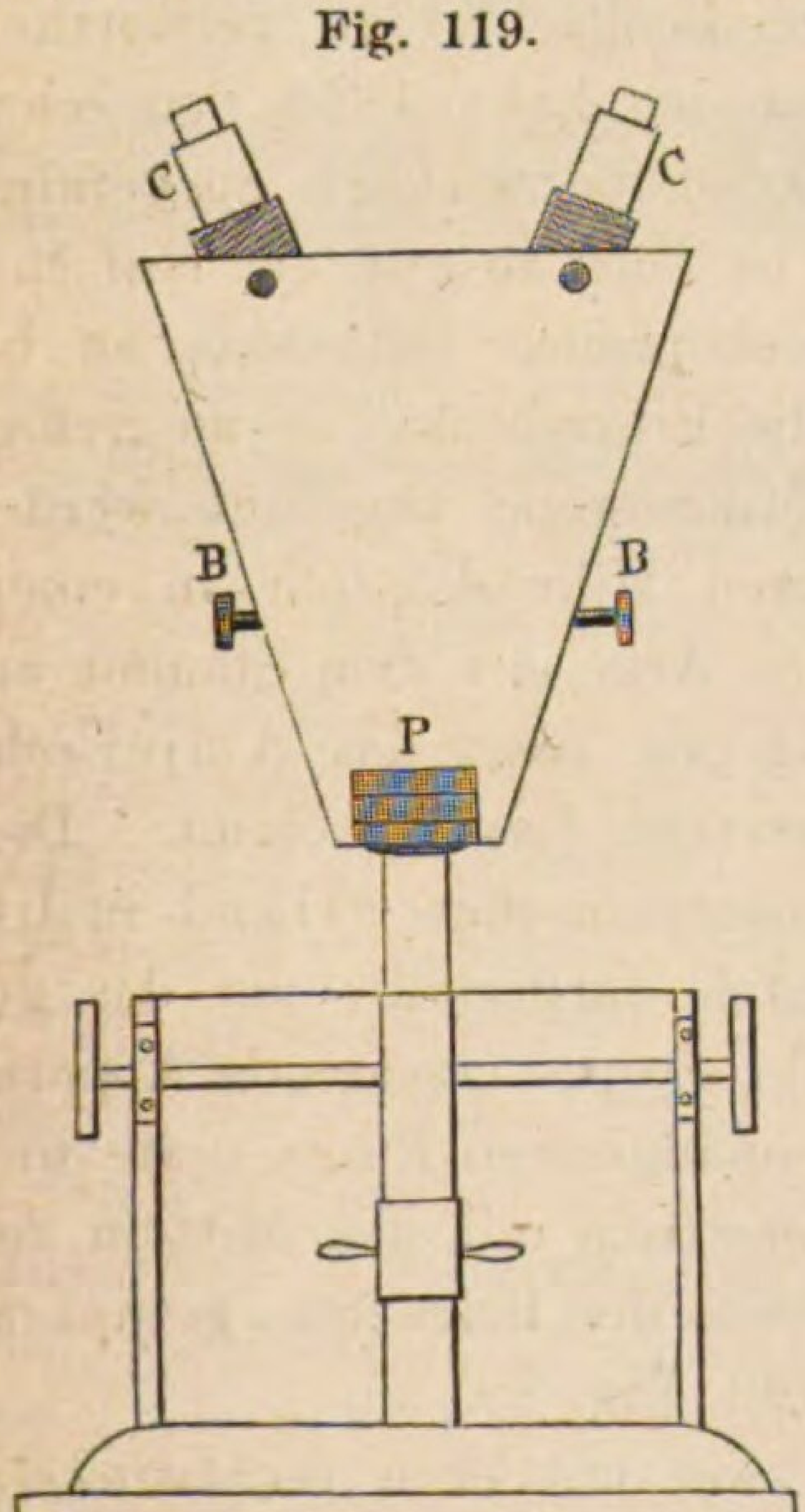
Fig. 118.



Stellung zweier rechtwinkeliger Prismen behufs der Strahlenbündelspaltung nach Riddell.

Im Umriss ist dieses binoculäre Mikroskop in Fig. 119 dargestellt. Die beiden Prismen befinden sich am Boden einer dreieckigen Röhre von Messingblech, die auf dem Durchschnitte länglich-vierseitig ist. Befestigt ist diese Röhre an einem (in der Figur nicht sichtbaren) Arme, der bei *P* eine halbe Umdrehung hat, damit die Objective leichter gewechselt werden können. Bei *CC* sieht man zwei Ocularröhren, die an Axen hängen, um ihre Neigung abändern zu können, und die auch in horizontaler Richtung sich verschieben, damit ihre wechselseitige Distanz jener der Augen verschiedener Beobachter entsprechend genommen werde. *BB* sind die geränderten Knöpfe von Schrauben, wodurch die wechselseitige Neigung der Prismen modificirt wird. Endlich kann man noch über jedes Ocular ein kleines rechtwinkeliges Prisma dergestalt bringen, dass die halbe Umkehrung des Bildes, welche durch die ersten Prismen zu Stande kam, dadurch eine vollständige wird, das gesammte Bild sich also in der richtigen Stellung zeigt.

Fig. 119.



Riddell's binoculäres Mikroskop.

Nach Riddell sollen die Wirkungen eines solchen Instrumentes staunenerregend sein, wenn man die Neigungswinkel der Oculare und der Prismen ver-

ändert und den verschiedenen Convergenzwinkeln der Augenaxen anpasst. „Bei einer gewissen Stellung," sagt er, „wird man z. B. eine Milbe oder ein Räderthierchen einen Fuss entfernt und so gross wie eine Maus sehen; bringt man aber die beiden Prismen näher aneinander und entsprechen die beiden Oculare der veränderten Stellung, dann wächst das Bild auf wunderbare Weise, es scheint mehrere hundert Fuss entfernt zu sein und wetteifert in Grösse mit dem Wallfische u. s. w."

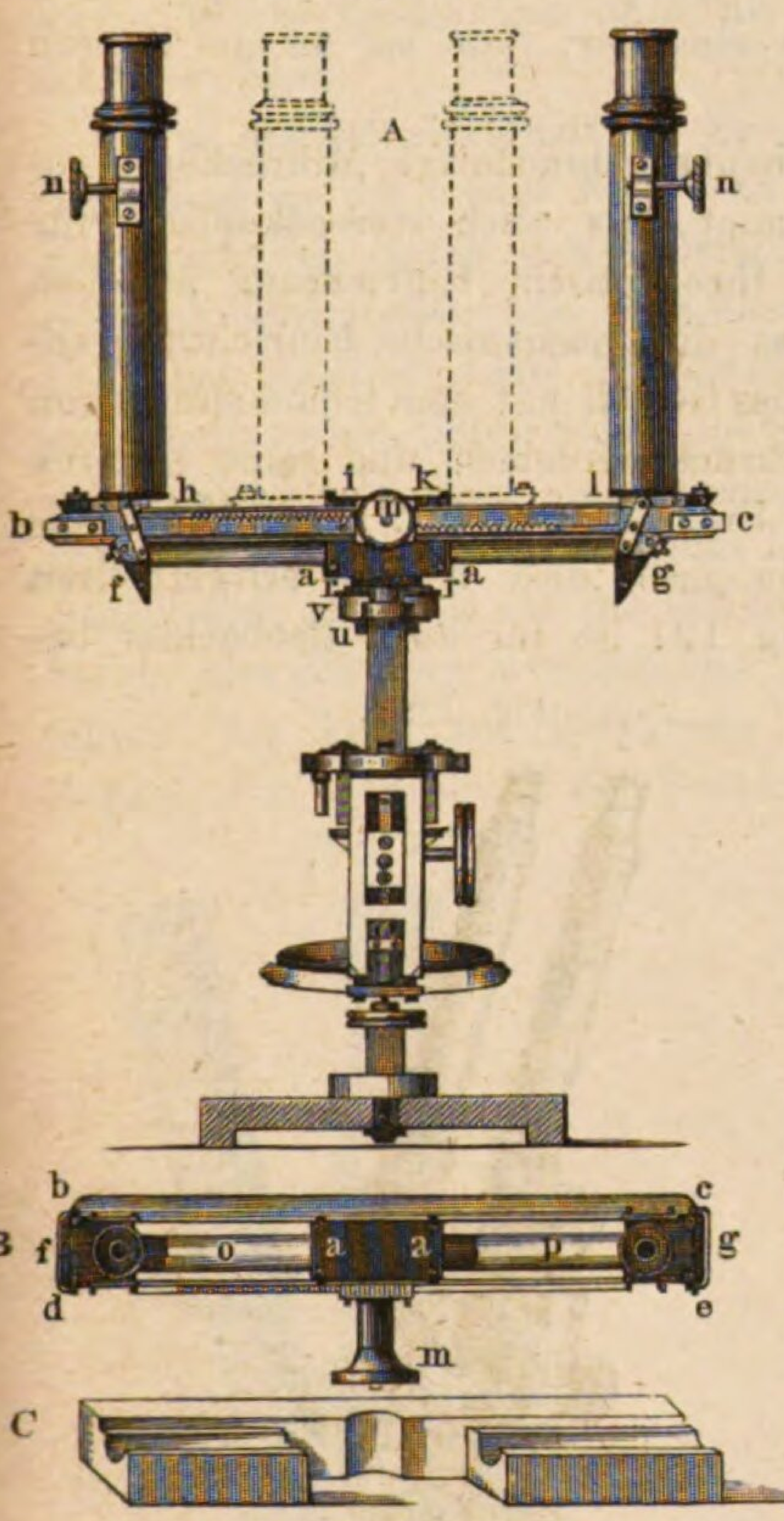
Es mag dahin gestellt bleiben, ob nicht an dieser Schilderung eine amerikanische Uebertreibung Theil gehabt hat. Dass die scheinbare Vergrösserung auch beim monoculären Mikroskope ganz von der Entfernung der Fläche abhängig ist, auf welche das Bild projicirt wird, hat seine vollkommene Richtigkeit und wurde auch oben (I, §. 218) durchs Experiment dargethan. Dass aber dieses binoculäre Mikroskop je nach der verschiedenen Convergenz der Augenaxen die Vergrösserung um 200 bis 300 Mal vermehren könne, das finde ich zum mindesten sehr zweifelhaft, wenn auch hierbei viel auf die Eigenthümlichkeit der Augen des Beobachters ankommt, und dasjenige, was der eine gesehen haben will, sich dem andern nicht eben so darzustellen braucht. Sicherlich nimmt aber nur die scheinbare Vergrösserung zu, und in dem Räderthierchen, welches so gross wie ein Wallfisch ist, würde man nicht mehr sehen, als wenn es die Grösse einer Maus zu haben scheint.

Riddell scheint nicht darauf gekommen zu sein, seine Erfindung auch für ein binoculäres Mikroskop für zwei Beobachter zu verwerthen. Dieser Gedanke lag aber ganz nahe, und ich habe 1858 den schon früher gehegten Plan zu einem solchen Mikroskope wirklich ausgeführt, dieses selbst aber so einrichten lassen, dass es eben so gut als einfaches Mikroskop wie als zusammengesetztes stereoskopisches Mikroskop zu benutzen ist. Auch schien es mir wichtig, die Einrichtung so zu treffen, dass sie dem gewöhnlichen monoculären Mikroskope zugefügt werden kann. Die meisten Mikroskopgestelle, deren Mikroskoprohr in einem weiteren Rohre gleitet, welches durch einen Arm mit dem Stamme zusammenhängt, eignen sich nicht hierzu; dagegen passt das Amici'sche Mikroskopgestell, zumal wenn es einen schwereren Fuss bekommt. Dieses Mikroskop nun, wie es mir der Instrumentenmacher Olland in Utrecht hergestellt hat, ist Fig. 120 von hinten dargestellt; der das gewöhnliche Ocularrohr des Amici'schen Mikroskopes ersetzende Apparat lässt sich an dem mit dem Arme *u* zusammenhängenden Ringe *v* an- und abschrauben. Der Fuss, die Stange, der Objecttisch mit den Mitteln zur groben und zur feinen Einstellung, desgleichen der Beleuchtungsapparat gehören dem Amici'schen Mikroskope (S. 169, Fig. 89) an.

Ueber dem Objective befinden sich die zwei mittleren rechtwinkeligen Prismen der Fig. 117 und die beiden anderen Prismen können diesen genähert oder weiter davon entfernt werden. Dazu dient die Ein-

richtung, welche man in Fig. 120 bei *B* von oben dargestellt sieht. Das Kästchen *aa* nämlich umschliesst die feststehenden Prismen und hat unten um die Oeffnung einen Ring *rr* mit einem Schraubengange, um es auf den Arm des Instrumentes befestigen zu können; ausserdem ist es mit dem Rahmen *bcde* verbunden, woran die beiden Kästchen *f* und *g* schlittenartig hin- und hergleiten. Zum Zwecke dieser Bewegung sind zwei gezahnte Stangen *hi* und *kl* damit verbunden, in welche ein Trieb greift, zu dem der geränderte Knopf *m* gehörig ist. Da diese Stangen in entgegengesetzter Richtung über einander gleiten, so kommen die Prismen einander näher, wenn der Knopf in der einen Richtung umgedreht wird, und durch Umdrehen in entgegengesetzter Richtung entfernen sie sich von einander. Auf diese beweglichen Kästchen sind die Oculare geschraubt, die zwei in einander verschiebbare Röhren enthalten, damit die Entfernung des Oculares gemäss dem Zustande der verschiedenen Augen modificirt werden kann. Das geschieht aber durch einen Trieb, wozu der bei *n* sichtbare geränderte Knopf gehört.

Fig. 120.



Harting's binoculäres Mikroskop.

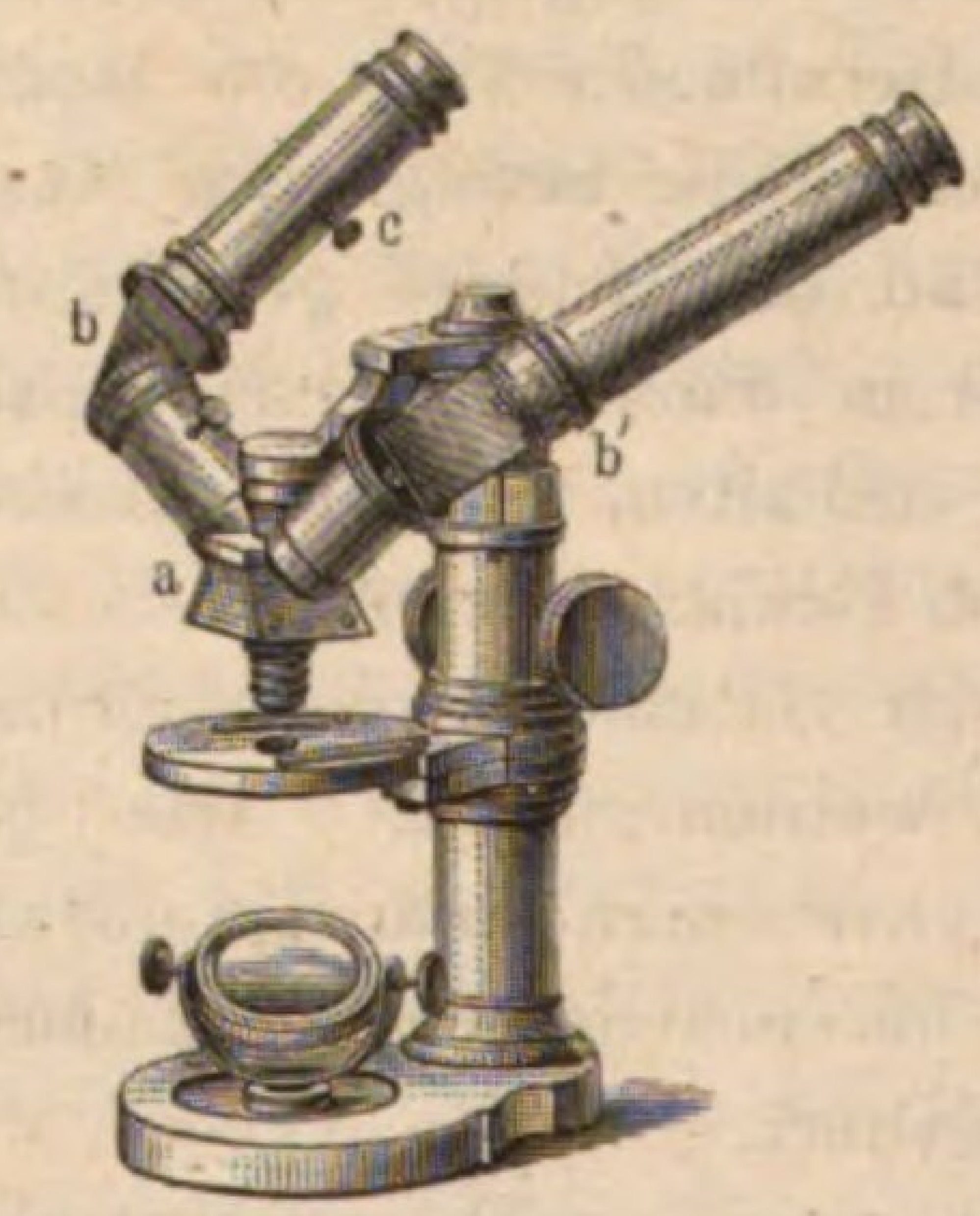
Soll das Instrument als einfaches oder als zusammengesetztes stereoskopisches Mikroskop dienen, dann werden die beiden seitlichen Prismen einander so weit genähert, dass man mit beiden Augen zugleich sehen kann, wo dann die Ocularröhren etwa die Stellung haben, welche in der Figur durch die punktirten Linien angegeben ist.

Sollen hingegen zwei Personen gleichzeitig zur Beobachtung kommen, dann werden die Prismen mit den Ocularröhren bis an die beiden Enden des Rahmens gebracht, und die Oculare stehen dann 20 Centimeter von einander ab. Bei dieser Stellung müssen jedoch zwischen den beiderseitigen Prismen die Röhren *o* und *p* eingeschoben werden, um das von aussen einfallende Licht abzuhalten. Zu diesem Ende kommen die beiden Röhren in die Höhlung eines rinnenförmigen Stückes Holz *C*,

welches vorn einen Ausschnitt für den mittleren Theil hat. Man hält das Stück Holz mit den Röhren in einer Hand, bringt diese auf den für sie bestimmten Platz, dreht dann den Knopf *m* mit der anderen Hand um und nähert dadurch die Prismen einander, dass sie an die Röhren anschliessen.

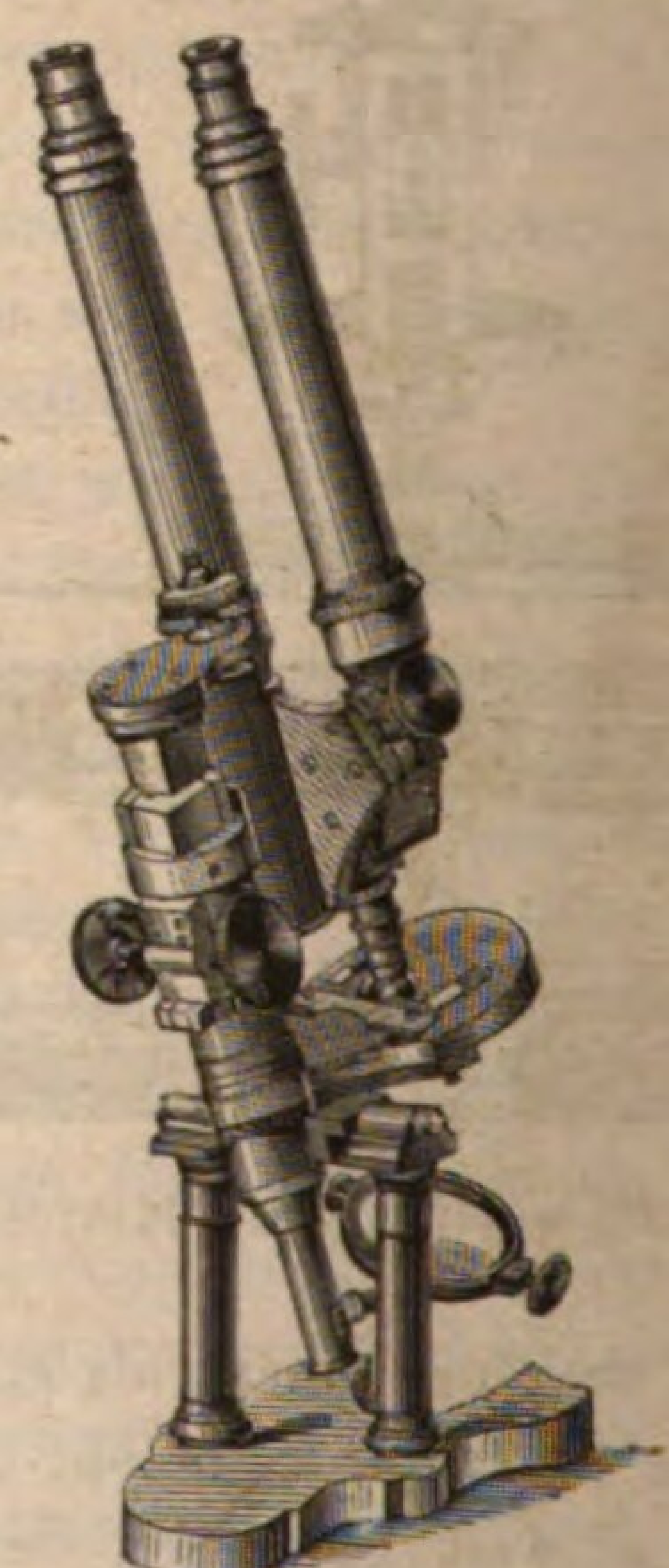
Wie erwähnt, liefert Nachet ebenfalls binoculäre Mikroskope, sowohl solche für zwei Personen bestimmt, als auch stereoskopische für beide Augen der nämlichen Person. Ihre optische Einrichtung ist oben (I, §. 192) beschrieben worden. Was die mechanische Einrichtung anbelangt, so benutzte Nachet zuerst das Gestell mit dem trommelförmigen Fusse. Später ist er aber davon zurückgekommen und seine neueren binoculären Mikroskope haben die in Fig. 121 und 122 abgebildete Einrichtung, deren nähere Beschreibung nach dem früher Mitgetheilten kaum nöthig ist. Das Mikroskop Fig. 121 ist für zwei Beobachter be-

Fig. 121.



Nachet's binoculäres Mikroskop für zwei Beobachter.

Fig. 122.



Nachet's stereoskopisches binoculäres Mikroskop.

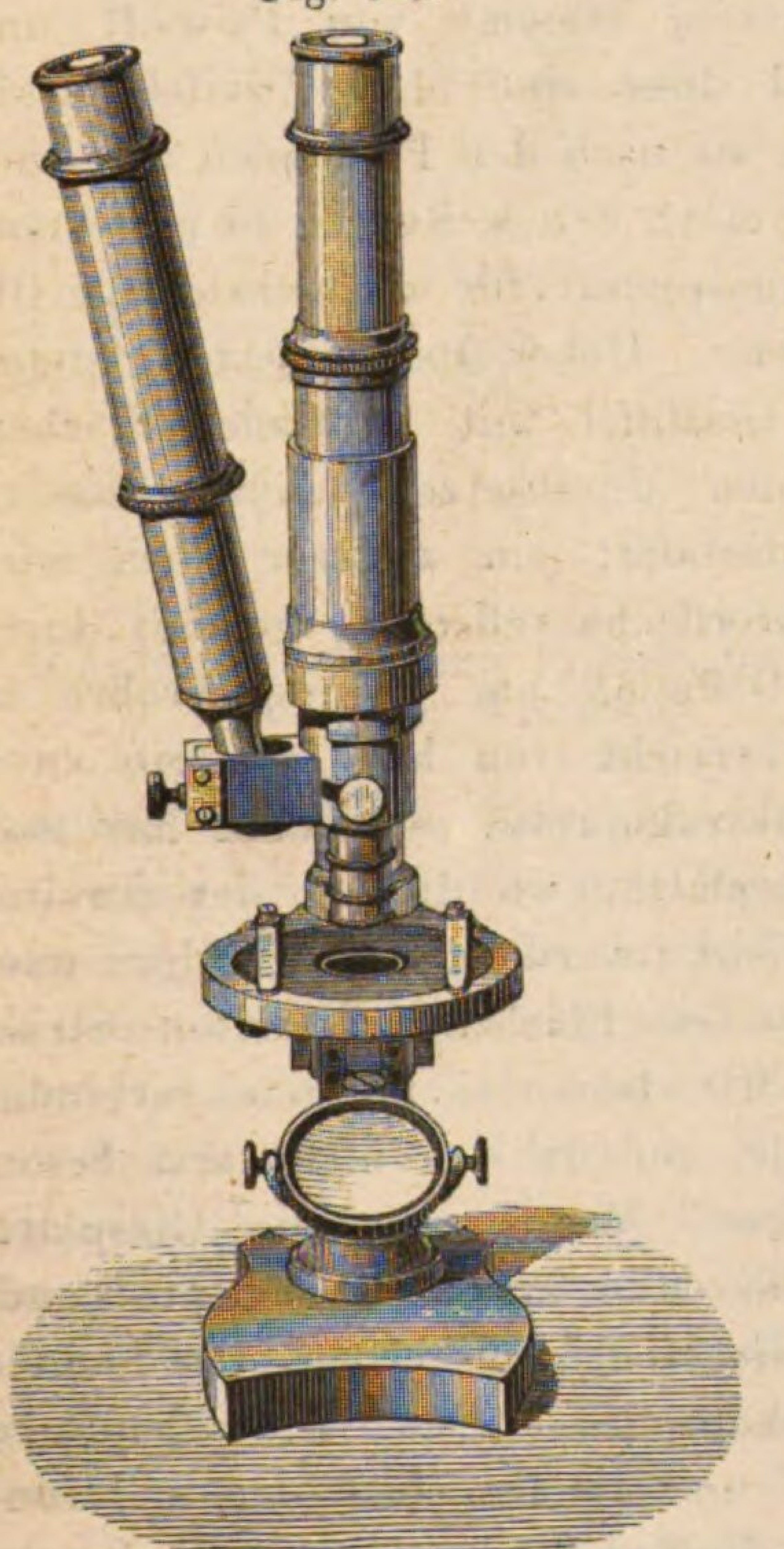
stimmt. In dem Kästchen *a* ist das dreieckige Prisma über dem Objective enthalten. Die beiden anderen, wodurch die Strahlen zum zweiten Male reflectirt werden sollen, befinden sich bei *b* und *b'*. Bei *c* ist einer der Knöpfe sichtbar, die zum Einstellen des Oculares bestimmt sind, indem das innerste Rohr hin- und hergeschoben wird. Ein solches Mikroskop, mit den Objectivsystemen Nr. 0, 1 und 3 ausgestattet, kostet 300 Francs.

Das stereoskopische Mikroskop neuester Construction mit den näm-

lichen drei Linsensystemen (Fig. 122) kostet 500 Francs. Das Näherrücken und Fernerrücken der Prismen wird hier durch einen recht sinnreichen Mechanismus zu Stande gebracht, der sich aber nur schwer in kurze Worte fassen und ohne die Beihülfe mehrerer Abbildungen beschreiben lässt.

Um die Schwierigkeit zu beseitigen, die für viele Personen darin liegt, dass sie die beiden Felder zu Einem Felde vereinigen sollen, und die vorzüglich durch den Umstand herbeigeführt wird, dass beide Röhren senkrecht stehen, also der Convergenz der Augenaxen nicht entsprechen, hat Nachet nach Wheatstone's Rath zwei achromatische Prismen beigegeben, deren jedes die Strahlen 7° von der senkrechten Richtung ablenkt, so dass sie zusammen einem Convergenzwinkel von 14° entsprechen. Diese Prismen sind in passende ringförmige Kästchen eingeschlossen, kommen auf die Oculare und werden darauf herumgedreht, bis sie jene Stellung erlangen, bei welcher die beiden Felder zusammenfallen. Ich kann aus Erfahrung bezeugen, dass durch diese nützliche Zugabe die Vereinigung der Felder sehr erleichtert wird.

Fig. 123.

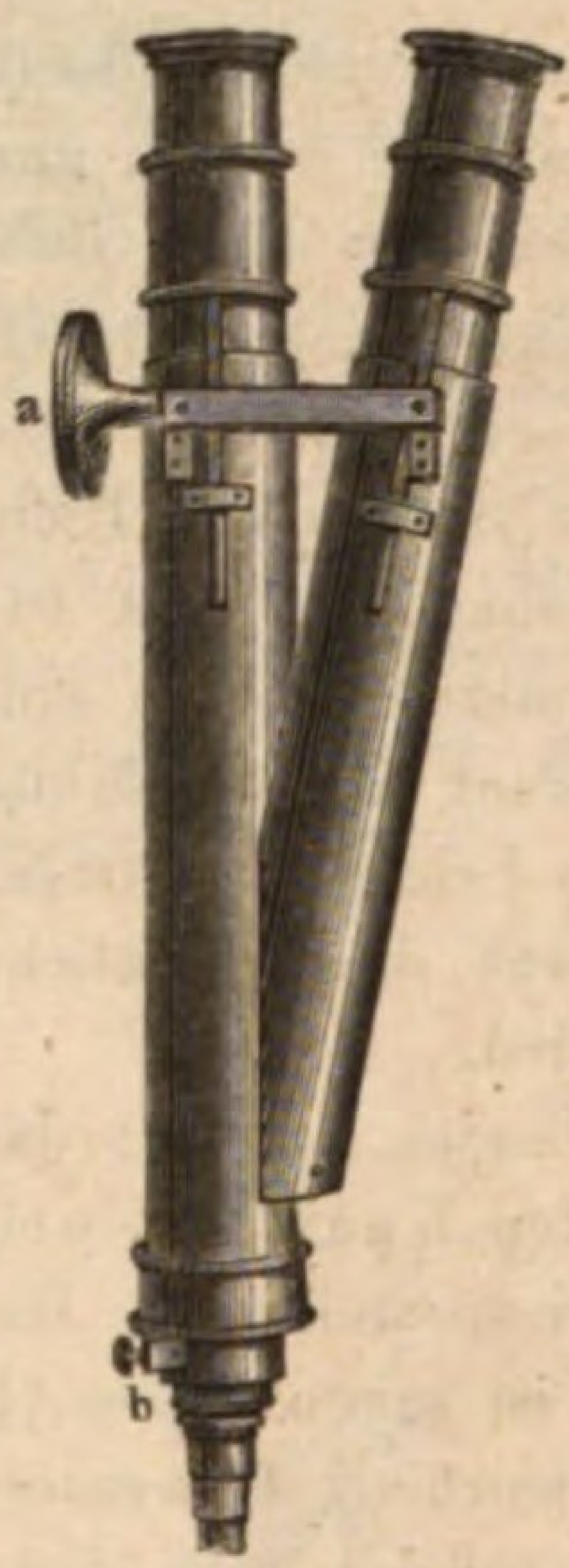


Nachet's Binocularapparat beim gewöhnlichen Mikroskope.

Eine andere Einrichtung hat das binoculäre Mikroskop Nachet's, welches in Fig. 123 dargestellt ist. Die Theorie desselben ist schon früher (I, S. 204) entwickelt worden. In zweierlei Beziehungen empfiehlt sich diese Einrichtung: wird das Prisma, welches in einer Hülse seitlich am unteren Ende des Hauptrohres steckt, anders gestellt, so lässt sich nach Willkür Pseudoskopie herbeiführen oder fortschaffen, und man kann so das Ursächliche dieser Erscheinung demonstriren; wird aber das Prisma ganz weggenommen, so dass es ausserhalb des Hauptrohres kommt, so ist aus dem binoculären Mikroskope auf der Stelle ein gewöhnliches Mikroskop geworden, und umgekehrt durch Vorschieben des Prisma wird letzteres wieder in ein binoculäres umgewandelt. Ein solches Mikroskop liefert Nachet um 350 Francs, und den Binocularapparat allein um 150 Francs. Uebrigens ist diese sonst ganz zweckmässige Einrichtung nur eine Modification

des binoculären Mikroskopes Wenham's (Fig. 124), welches bereits zwei Jahre vorher von diesem erfunden worden war. Das Theoretische darüber ist oben (I, S. 204) ebenfalls mitgetheilt worden. Gegenwärtig bildet es ziemlich allgemein eine Beigabe der grossen englischen Mikroskope.

Fig. 124.



Wenham's Binocularapparat an einem Mikroskope von Powell und Lealand.

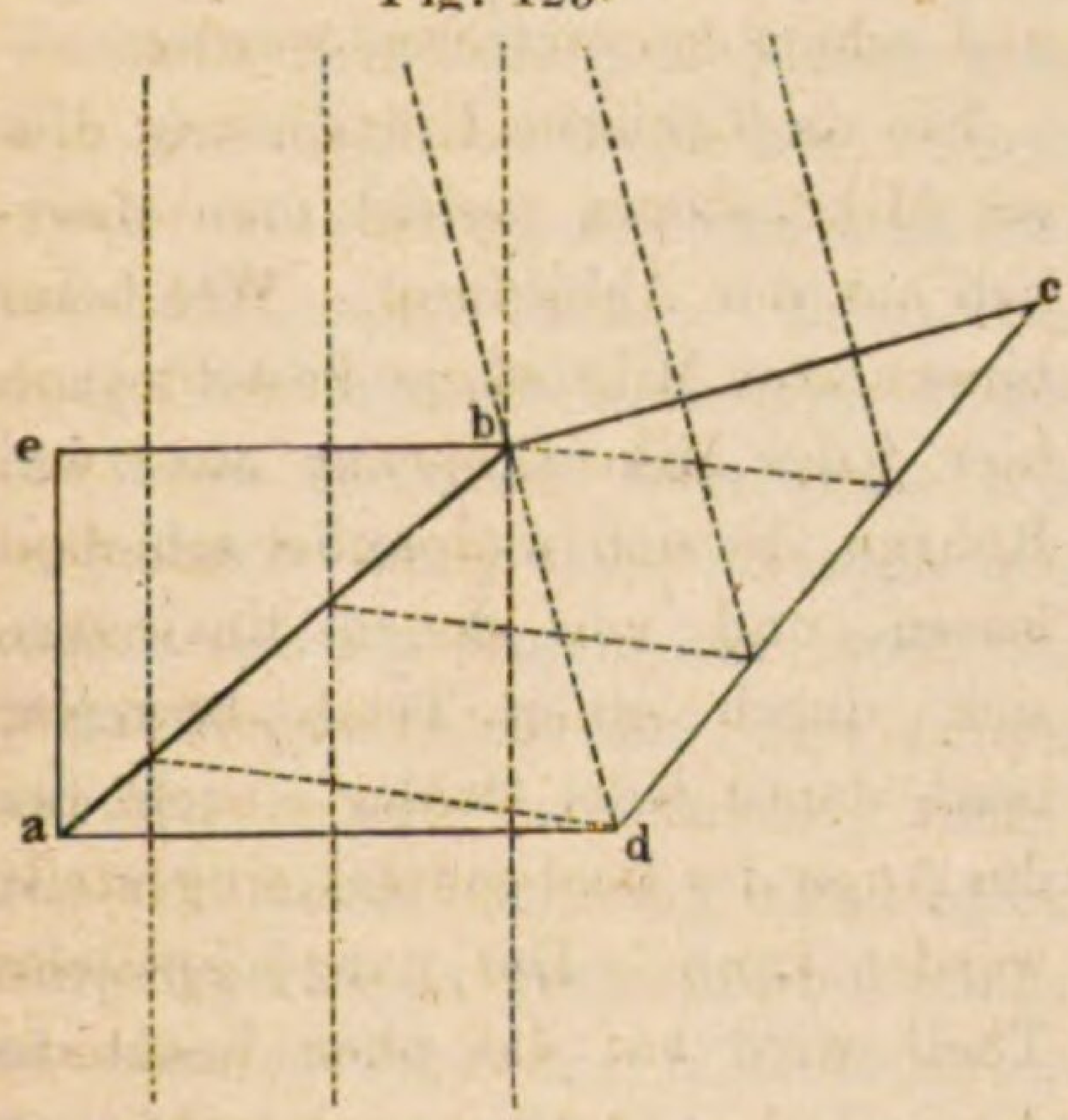
Ganz neuerdings hat man für die binoculäre mikroskopische Beobachtung noch ein anderes Princip in Anwendung gebracht, das besonders für sehr starke Linsensysteme passen könnte. Der ganze ins Mikroskop eintretende Lichtkegel nämlich wird durch eine Fläche aufgefangen, welche das Licht theils hindurchlässt, theils reflectirt, und das durchtretende wie das reflectirte Lichtbündel können zur Erzeugung von Bildern für Oculare verwendet werden. Die erste derartige Construction stammt von Powell und Lealand, und diese sind ohne Zweifel darauf gekommen, als sie nach den Principien des Amerikaners H. L. Smith den weiterhin zu erwähnenden Beleuchtungsapparat für undurchsichtige Objecte anfertigten. Ueber das Objectiv kommt eine geneigte Glastafel mit parallelen Flächen. Die Lichtstrahlen durchsetzen zum grösseren Theile diese Glastafel; ein anderer Theil wird aber an der Unterfläche reflectirt, gelangt durch eine seitliche Oeffnung am Mikroskoprohre zu einem rechtwinkeligen Prisma, und erreicht von hier aus ein zweites mit einem Oculare versehenes Mikroskoprohr. — Dabei hat man die Wahl zwischen einer dicken Glasplatte, wo die an der zweiten Fläche reflectirten Strahlen neutralisirt werden, und einer ganz dünnen Glasplatte, wobei die von beiden Flächen reflectirten Strahlenbündel ziemlich zusammenfallen. Mit beiderlei Formen verbinden sich besondere Vorzüge und Nachtheile, auf die ich nicht erst besonders aufmerksam zu machen brauche. Wenn aber die Glasplatte nicht ganz schief gestellt wird, wo sie dann auch eine entsprechende Länge haben muss, so wird offenbar die Menge des reflectirten Lichtes, wodurch das Bild im zweiten Mikroskoprohre erzeugt wird, jene des durchtretenden Lichtes nicht erreichen, und die Gesichtsfelder in beiden Mikroskopröhren werden verschiedene Helligkeit besitzen. Das kann aber dem binoculären Sehen nur Eintrag thun.

Aus diesem Grunde hat Wenham (*Quart. Journ.* 1866. *Transact.*

p. 105) eine andere Einrichtung ersonnen, die in Fig. 125 in vierfacher Vergrösserung dargestellt ist. Das Prisma *abcd* hat etwa die gleiche Form, wie jenes in Wenham's früherem binoculären Mikroskope, (I, S. 204 und 205); nur ist die Unterfläche *ad*, die über das ganze Objectiv kommt, verhältnissmässig grösser. Ein rechtwinkeliges Prisma *aeb* kehrt seine Hypothenusenfläche der Fläche *ab* zu, und darf nur sehr wenig davon abstehen. Die reflectirende Fläche *dc* des ersteren Prismas hat eine Silberfolie. Der Gang der Lichtstrahlen ist aus der Figur deutlich genug zu entnehmen, und braucht nicht näher besprochen zu werden.

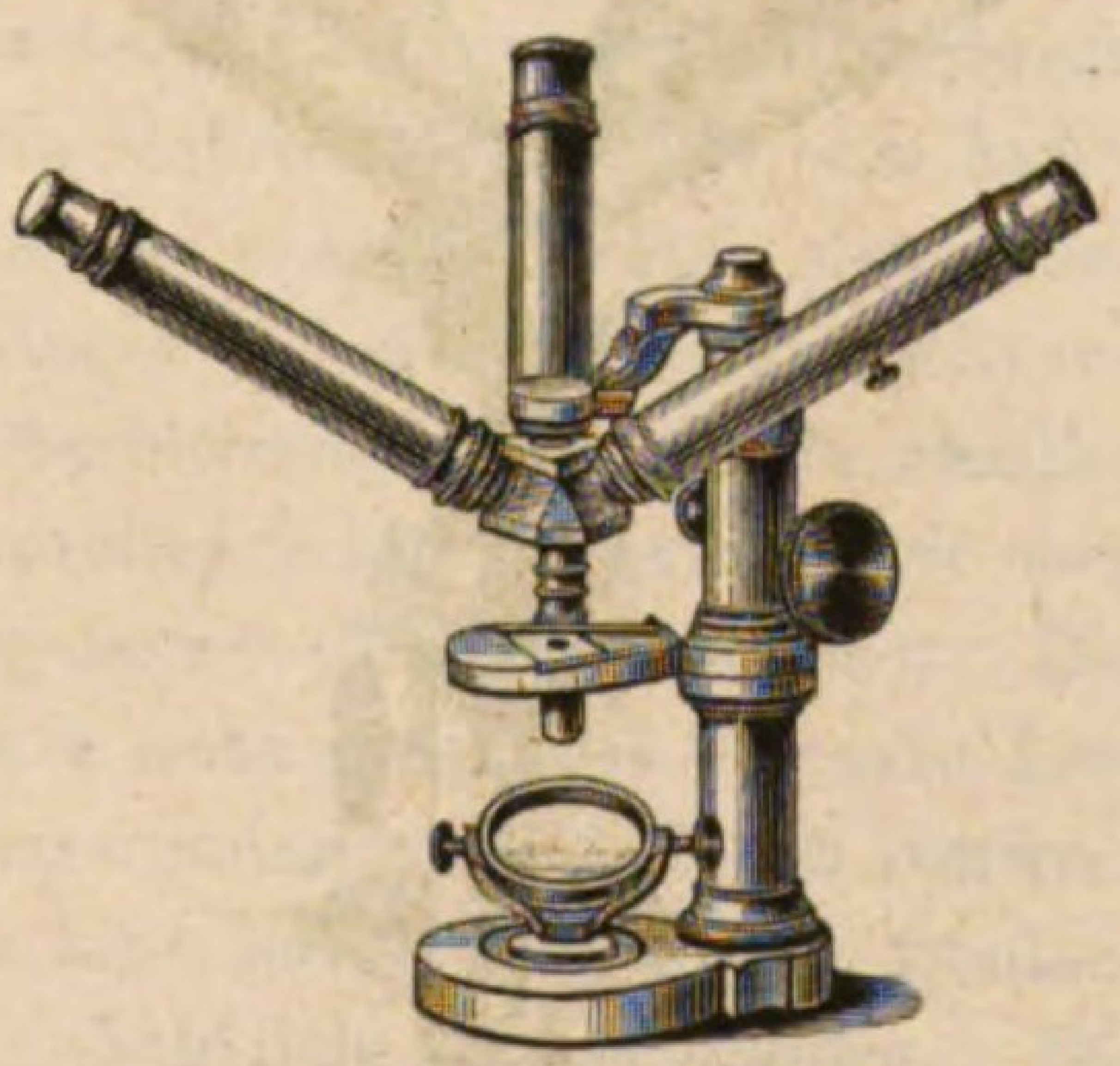
Man ersieht unschwer, dass bei dieser Einrichtung die Lichtstrahlen gleichmässiger über die beiden Mikroskopröhren sich vertheilen werden,

Fig. 125



Wenham's veränderte Prismen für ein binoculäres Mikroskop.

Fig. 126.



Nachet's trioculäres Mikroskop.

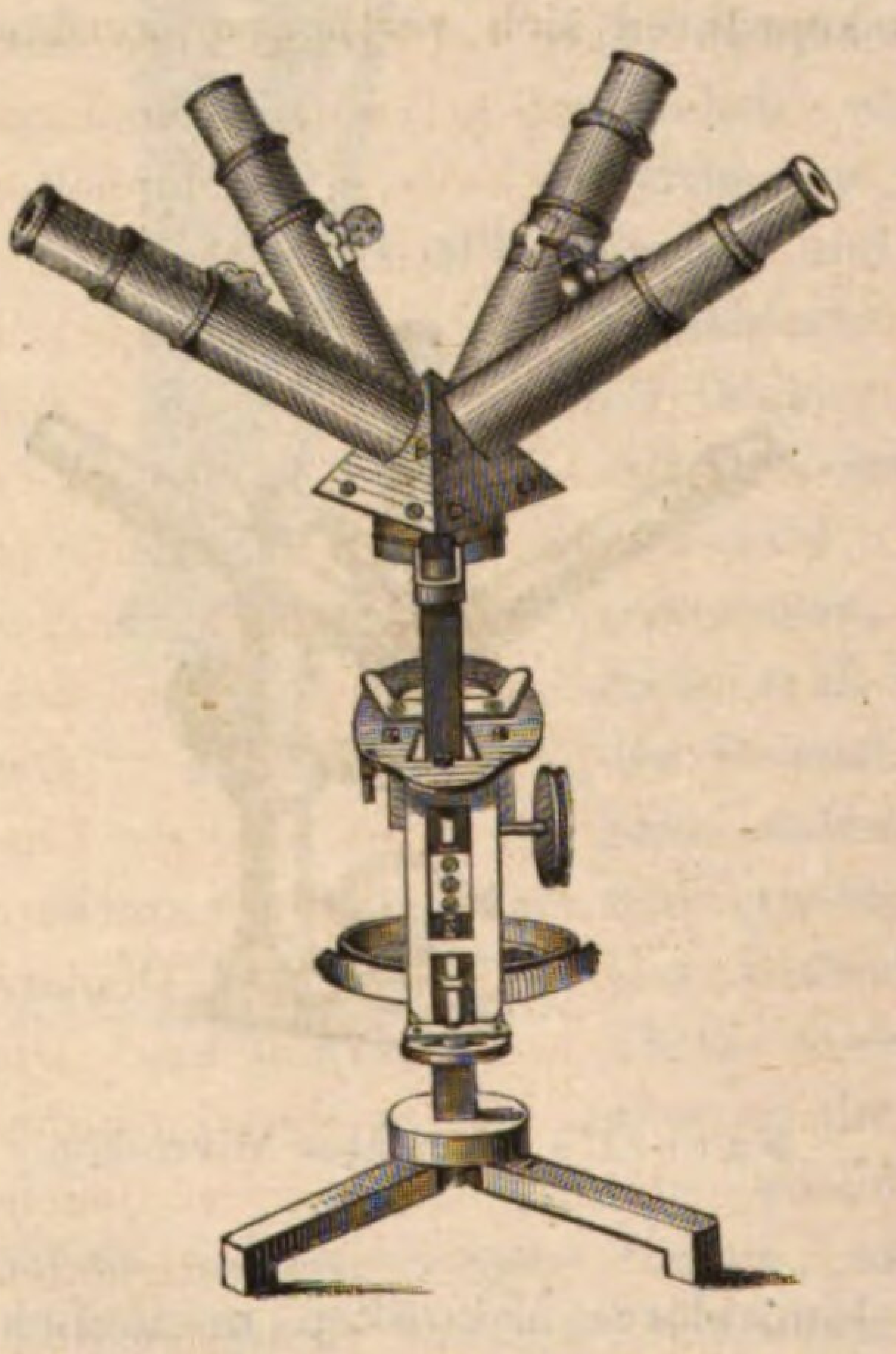
daneben aber auch, dass ein solches binoculäres Mikroskop unmöglich stereoskopisch wirken kann. Die beiden Bilder werden ja durch das Gesammtobjectiv und nicht durch besondere Theile des Objectives erzeugt, sind also einander ganz gleich, und damit ist die erste Bedingung des stereoskopischen Sehens ausgeschlossen.

Ein trioculäres Mikroskop Nachet's ist in Fig. 126 dargestellt und bedarf auch keiner näheren Beschreibung. Mit den drei Objectivsystemen Nr. 0, 1 und 3 kostet es 400 Francs.

Durch Fig. 127 (a. f. S.) endlich bekommt man eine Vorstellung vom quadrioculären Mikroskope, dessen Theorie ich auch bereits im ersten Bande entwickelt habe. Eine dazu gehörige Glaspyramide hatte mir van Deyl Bunders in Amsterdam geschliffen. Die Form war gut und ebenso die Politur; es ging aber der benutzten Glassorte die Homogenität ab, und dadurch erwies sich das Prisma ganz unbrauchbar für den be-

stimmten Zweck. Hierauf hat Steinheil in München eine andere solche Pyramide nach meiner Vorschrift geschliffen; diese ist in Betreff der Homogenität des Glases ganz vortrefflich, die Form aber ist nicht vollständig gelungen. Nichtsdestoweniger genügt diese Pyramide so ziemlich, um das quadrioculäre Mikroskop, dessen mechanische Ausführung von dem Instrumentenmacher Olland in Utrecht herrührt, zu einem für Demonstrationen passenden Instrumente zu machen, sobald man nur mit den Vergrösserungen nicht über 100 Male hinausgeht. Wird übrigens grössere Sorgfalt auf die Herstellung der Pyramide verwendet, so lässt sich nach meiner Ueberzeugung recht wohl ein quadrioculäres Mikroskop herstellen, dessen Bilder auch bei einer mindestens doppelt so starken Vergrösserung noch vollkommen hell und scharf hervortreten werden.

Fig. 127.



Harting's quadrioculäres Mikroskop.

Die mechanische Einrichtung dieses Mikroskopes ersieht man deutlich aus der Abbildung. Wie beim binoculären Mikroskope besteht auch hier jedes Mikroskoprohr aus zwei Röhren, die sich in einander schieben lassen, und von denen die innere sich durch einen Trieb bewegen lässt, damit jedes Ocular einzeln für das Auge des Beobachters eingestellt werden kann. Der ganze optische Theil wird auf das oben benannte Amici'sche Stativ geschraubt, so dass dieses abwechselnd in ein monoculäres, ein binoculäres, ein einfaches oder zusammengesetztes stereoskopisches, oder in ein quadrioculäres Mikroskop umgewandelt werden kann.

Was die praktische Brauchbarkeit dieser verschiedenen Arten multoculärer Mikroskope betrifft, so kann ich nur auf das verweisen, was ich im ersten Bande darüber gesagt habe: nicht die Wissenschaft, wohl aber der Unterricht können dadurch gefördert werden.

65 Werfen wir am Ende dieses Abschnittes noch einen Blick auf den Entwickelungsgang des zusammengesetzten Mikroskopes während mehr denn zwei und ein halb Jahrhunderten, die seit seiner Erfindung verflossen sind.

Wenn sich auch nicht ganz bestimmt angeben lässt, in welcher Zu-

sammensetzung das Mikroskop zuerst aus den Händen seiner Erfinder (Hans und Zacharias Janssen 1590?) hervorging, so dürfen wir doch mit einer an Sicherheit angrenzenden Wahrscheinlichkeit annehmen, dass es aus zwei convexen Gläsern bestand. Ungefähr bis zur Mitte des folgenden Jahrhunderts erhielt sich diese Zusammensetzung; da fügte man noch ein drittes Convexglas hinzu, und Einzelne fingen auch an, planconvexe Gläser zu nehmen, die sie selbst zu Doublets vereinigten. Die Vergrösserung ging bei den zusammengesetzten Mikroskopen in der letzten Hälfte des 17. Jahrhunderts nicht hoch: eine 80malige Vergrösserung galt schon für sehr viel, und eine 140malige konnte man nur durch eine ungewöhnliche Verlängerung des Rohres zu Stande bringen. Dabei dürfen wir es aber als ausgemacht annehmen, dass bei diesen Vergrösserungen kaum soviel zu erkennen war, als wir jetzt bei einer 20maligen Vergrösserung mit Leichtigkeit wahrnehmen. Das hatte einen doppelten Grund: erstens fehlte es den Bildern an Schärfe, weil sich beiderlei Aberrationen geltend machten, und zweitens betrachtete man die Objecte nur bei auffallendem Lichte. Beinahe erst ein Jahrhundert nach der Erfindung des zusammengesetzten Mikroskopes kam man darauf, demselben die beim einfachen Mikroskope schon längst gebräuchliche Einrichtung zu geben. Am Fusse, der zugleich als Objecttisch diente, wurde nämlich eine Oeffnung angebracht, und die daraufliegenden Objecte nebst dem Mikroskoprohre wurden dem Lichte zugekehrt (Tortona 1685). Das war eine grosse Verbesserung; denn jetzt konnte man auch kleinere Linsen mit enger Oeffnung als Objective verwenden und dadurch stärkere Vergrösserungen herbeiführen, ohne genöthigt zu sein, stärkere Oculare zu nehmen oder das Mikroskoprohr ungebührlich zu verlängern. Die Beobachtung in horizontaler Stellung war aber bei vielen Objecten unbequem. Gleichwohl dauerte es noch dreissig Jahre, ehe man zu jenem klar auf der Hand liegenden Hülfsmittel, nämlich dem lichtreflectirenden Spiegel (Hertel 1715) griff, wodurch die Vortheile der verticalen Stellung und der Beobachtung bei durchfallendem Lichte vereinigt wurden; und mag es auch jetzt, wo jede neue Verbesserung so schnell bekannt wird und Nachahmung findet, fast unglaublich erscheinen, erst zwanzig Jahre später wurde der Gebrauch des Beleuchtungsspiegels ein allgemeiner.

Die sonstigen Verbesserungen im optischen Theile während des übrigen achtzehnten Jahrhunderts waren sehr unbedeutend. Während man früher versucht hatte, das Objectiv aus zwei Linsen zusammenzusetzen (Sturm 1672), kam man jetzt offenbar wieder mehr rückwärts, indem man allgemein eine biconvexe Linse nahm; denn dieser konnte nur eine geringe Oeffnung gegeben werden, wenn das Bild nicht zu sehr an Schärfe verlieren sollte. Alle suchten eine Verbesserung des zusammengesetzten Mikroskopes durch die das Ocular zusammensetzenden Gläser zu erreichen

(Hooke 1665, Divini 1668, Grindl 1685, Dellebarre 1767 bis 1777); statt zweier Gläser nahm man deren drei, vier, selbst fünf; statt biconvexer Linsen nahm man planconvexe, und deren wechselseitige Abstände und Krümmungen änderte man auf die mannichfaltigste Weise; nach der Entdeckung des Mittels zum Achromatisiren der Fernrohre (Chester More Hall 1722) machte man selbst biconvexe Linsen aus Flintglas und Kronglas (Dellebarre), und hoffte auf diese Weise auch das Mikroskop achromatisch zu machen; — keiner von allen diesen Versuchen führte aber zum Ziele, die Verbesserungen waren ganz unerheblich und bestanden gewöhnlich nur darin, dass das Gesichtsfeld an Breite zunahm und mehr geebnet wurde. Im eigentlichen optischen Vermögen, das heisst in der Unterscheidbarkeit eines gleich stark vergrösserten Objectes, standen die zusammengesetzten Mikroskope gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts auf gleicher Stufe mit jenen, die beinahe ein Jahrhundert früher verfertigt worden waren. Nur hatte man allmälig immer stärker vergrössernde Linsen zu den Objectiven genommen, was allerdings ein Fortschritt war, aber auch hierin bereits die äusserste Grenze erreicht, die nicht füglich überschritten werden konnte, wenn das Bild nicht zu sehr an Lichtstärke verlieren sollte. Wirklich schien das zusammengesetzte Mikroskop dem einfachen immer mehr das Feld räumen und nur noch in den Sammlungen physikalischer Instrumente eine Stelle finden zu sollen, oder allenfalls mochte es zur Befriedigung der Neugier sogenannter Liebhaber dienen, die es eher als Kaleidoskop benutzten, als zur Förderung der Wissenschaft. Zu wissenschaftlichen Untersuchungen gaben alle wahren Naturforscher einstimmig und mit vollem Rechte dem einfachen Mikroskope den Vorzug.

Schon länger als ein halbes Jahrhundert kannte man das Verfahren, wie Objective für Fernrohre achromatisch gemacht werden; dieses Verfahren aber auch auf die weit kleineren Linsen für die Objective des zusammengesetzten Mikroskopes anzuwenden, schien den Meisten ein ganz wahnwitziges Unternehmen, das man kaum versuchen dürfte. Nur Einzelne dachten etwas anders darüber und gaben den Muth nicht auf. Schon in den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts war Beeldsnyder (1791), zwar nicht ein Meister im Mikroskopbaue, sondern nur ein einfacher Liebhaber, dem es selbst an wissenschaftlicher Anleitung gefehlt hatte, bemüht, das zu Stande su bringen, was Anderen eine Unmöglichkeit zu sein schien. Mehrere Jahre später (1807) wurde durch dessen Stadtgenossen H. van Deyl, der aber allerdings in der Anfertigung optischer Instrumente erfahren war und schon viele Jahre früher (1762) mit seinem Vater J. van Deyl nicht ohne Erfolg das nämliche Ziel angestrebt hatte, ein achromatisches Mikroskop hergestellt, welches 17 Jahre lang unübertroffen dastand. Während aber die geräuschlosen Versuche des Ersteren ganz unbekannt blieben, und die des Anderen von den Zeit-

genossen und Landsleuten nicht gehörig anerkannt wurden, erwachte auch bei Anderen der Muth, die Kräfte an diesem Ziele zu versuchen. Auf mehreren Punkten Europas (Fraunhofer 1811, Amici 1815, Domet 1821, Tulley 1824) arbeitete man mit mehr oder weniger Erfolg daran; nur gelang es noch immer nicht, achromatische Objective mit so kurzer Brennweite herzustellen, dass sie einigermaassen jenen gleich gekommen wären, deren man sich gewöhnlich beim zusammengesetzten Mikroskope bediente.

Ein glücklicher Gedanke überwand endlich auch diese Schwierigkeit. Statt eine einzelne achromatische Linse zu nehmen, vereinigte man mehrere zu einem Systeme (Selligue und Chevalier 1824), und nun hatte man nicht allein den Weg gefunden, ein Objectiv mit hinreichend kurzer Brennweite herzustellen, sondern noch wichtiger war es, dass diese Verbindung zugleich das Mittel an die Hand gab, die chromatische wie die sphärische Aberration in erheblicher Weise zu verbessern, wenn man den Abstand zwischen den Doppellinsen auf die erfahrungsmässig beste Weise einrichtete.

Von da an war die Bahn zur ferneren Vollendung des zusammengesetzten Mikroskopes gebrochen. Nach ein Paar Jahren hatte es das einfache Mikroskop in Betreff des optischen Vermögens eingeholt, und es verblieben ihm die früheren Vorzüge, die es vor diesem vorausgehabt hatte. Noch ein Paar Jahre später war das einfache Mikroskop auch in ersterer Beziehung überholt, trotz dem, dass Viele bemüht waren, das Instrument, welches ihnen so lieb geworden war und dem die Wissenschaft so viele Entdeckungen zu verdanken hat, ebenfalls einem höheren Grade der Vervollkommnung zuzuführen. Der Versuch schlug nicht fehl, Theorie und Praxis schlossen sich genau an einander, um das Ziel zu erreichen, und es wurde viel darauf verwandt, dem einfachen Mikroskope seinen früheren Vorrang bleibend zu sichern; nichts desto weniger musste es aber endlich den Streit fallen lassen.

Die grossen Fortschritte, welche das zusammengesetzte Mikroskop gemacht hat, seitdem man aplanatische Linsensysteme gebraucht, treten am deutlichsten hervor, wenn man eins der besten älteren zusammengesetzten Mikroskope, etwa jenes von Dellebarre, mit den besseren neueren vergleicht, und als Maassstab die kleinsten noch sichtbaren dioptrischen Bildchen nimmt:

	Brennweite.	Sichtbarkeit		Unterscheidbarkeit		Unterscheidbarkeit	
		runder Objecte.	drahtförmiger Objecte.	der Drähte eines Netzes.	der Maschen eines Netzes.	zweier Drähte.	des Interstitiums derselben.
Dellebarre 1777	2,50mm	$\frac{1}{1300}$ mm	$\frac{1}{6900}$ mm	$\frac{1}{1490}$ mm	$\frac{1}{990}$ mm		
Amici . . . 1835	3,87 „	$\frac{1}{4070}$ „	$\frac{1}{37000}$ „	$\frac{1}{3890}$ „	$\frac{1}{2415}$ „		
Oberhäuser 1848	1,70 „	$\frac{1}{4350}$ „	$\frac{1}{42800}$ „	$\frac{1}{8580}$ „	$\frac{1}{3390}$ „		
Amici . . . 1848	2,66 „	$\frac{1}{4790}$ „	$\frac{1}{41300}$ „	$\frac{1}{6140}$ „	$\frac{1}{3750}$ „		
Hartnack 1860	1,66 „	$\frac{1}{6580}$ „	$\frac{1}{45500}$ „	$\frac{1}{8831}$ „	$\frac{1}{4314}$ „	$\frac{1}{8770}$ mm	$\frac{1}{5210}$ mm
Powell und Lealand . . . 1860	1,36 „	—	—	—	—	$\frac{1}{9260}$ „	$\frac{1}{5320}$ „
Hartnack 1864	1,28 „	—	—	$\frac{1}{9225}$ „	$\frac{1}{4500}$ „	$\frac{1}{9615}$ „	$\frac{1}{5500}$ „

Nehmen wir Abstand von der Sichtbarkeit drahtförmiger Objecte, wobei die Bestimmung wegen ungemeiner Kleinheit der Bildchen immer etwas unsicher ausfällt, und berücksichtigen blos die Grenzen der Sichtbarkeit runder Objecte und die Unterscheidbarkeit der Maschen eines Drahtnetzes, so überzeugt uns der Vergleich des Dellebarre'schen Mikroskopes mit den neueren Mikroskopen, dass sie sich im optischen Vermögen etwa wie 1 : 5 verhalten.

66 Da die Bilder in unseren heutigen Mikroskopen so grosse Schärfe und Helligkeit erlangt haben, so möchte man vielleicht glauben, das zusammengesetzte Mikroskop habe jetzt seinen Culminationspunkt erreicht und es sei wenig Aussicht vorhanden, dasselbe auf eine höhere Stufe der Vollkommenheit zu bringen. Das ist aber ein Irrthum, wie zumal die Geschichte der letzten Jahre dargethan hat. Wiederholt und namentlich kurze Zeit nach Einführung der achromatischen Linsen hat man jene Ansicht ausgesprochen, und doch hat jedes folgende Jahr immer den Beweis geliefert, dass man noch lange nicht die Bahn der möglichen Verbesserungen durchlaufen hat. Am Ziele der Vollkommenheit würde das Mikroskop dann angekommen sein, wenn sein optisches Vermögen mit der Vergrösserung gleichen Schritt hielte; dass dies aber noch nicht der Fall ist, habe ich oben (I, §. 247) ausführlich dargethan. Ich lege noch einige Versuche über das optische Vermögen einiger neueren Amici'schen Objectivsysteme im Vergleiche mit dem blossen Auge vor. Es wird aber

genügen, wenn ich diese Vergleichung auf die Vergrösserung mit dem schwächsten Oculare einschränke, wodurch die Vergrösserung des blossen Objectives etwa eine siebenmal grössere wird.

Objectiv.	Brennweite der äquivalenten Linse.	Vergrösserung.	Sichtbarkeit kugelf. Objecte. Wirkliche Verstärkung.	Sichtbarkeit kugelf. Objecte. Verlust.	Sichtbarkeit fadenf. Objecte. Wirkliche Verstärkung.	Sichtbarkeit fadenf. Objecte. Verlust.	Unterscheidbarkeit v. Maschenräumen. Wirkliche Verstärkung.	Unterscheidbarkeit v. Maschenräumen. Verlust.
Nr. 1.	26,15mm	96	76	0,21	62	0,35	74	0,23
„ 2.	7,45 „	217	116	0,49	99	0,54	154	0,29
„ 6.	4,00 „	423	215	0,49	161	0,64	175	0,59
„ 11.	2,67 „	650	241	0,63	199	0,69	229	0,65

Man ersieht hieraus ganz deutlich eine Vervollkommnung des Instrumentes von 1848 gegen jenes von 1835; indessen fehlt doch auch noch viel daran, dass die äusserste Grenze optischer Vollkommenheit bereits erreicht wäre. Bei den stärkeren Objectivsystemen findet immer noch ein verhältnissmässig grosser Verlust statt, und steigert man die Vergrösserung noch durch Anwendung stärkerer Oculare, dann nimmt dieser Verlust in einem erheblichen Maasse zu.

Bei den Hartnack'schen Objectiven Nr. 10 und 11 ist die wirkliche Vermehrung des optischen Vermögens:

	Nr. 10.	Nr. 11.
Runde Objecte	332 Mal	
Drahtförmige Objecte .	208 „	
Maschen des Drahtnetzes	262 „	272 Mal.

Diese beiden Objective vertragen nun zwar recht gut Oculare, womit eine 1000fache Vergrösserung zu Stande kommt, ja selbst eine 1500- bis 2000fache, ohne dass die Schärfe des Bildes zu sehr verliert. Gleichwohl lehren auch diese Zahlen, wie weit wir noch davon entfernt sind, dass die wirkliche Zunahme des optischen Vermögens eines Mikroskopes mit dessen Vergrösserung gleichen Schritt hält.

Das giebt zugleich einen Fingerzeig für den Weg, der fortan eingeschlagen werden muss, um die zusammengesetzten Mikroskope in optischer Beziehung auf eine höhere Stufe der Vollkommenheit zu bringen. Bis vor wenigen Jahren war es allgemeine Ansicht, der selbst wohl jetzt noch manche Optiker zugethan sind, man müsse sich vor allem darauf verlegen, achromatische Objective mit möglichst kurzer Brennweite herzustellen. An und für sich ist dies auch zu billigen; denn im Allgemei-

nen darf angenommen werden, das Bild werde um so deutlicher und schärfer sich darstellen, je weniger das Ocular zur Vergrösserung beiträgt. Dabei wird aber etwas vorausgesetzt, was erfahrungsmässig niemals stattfindet und auch nicht stattfinden kann, dass nämlich bei dem stärkeren Objectivsysteme die Aberrationen gleichviel verbessert sind, wie bei den schwächeren. Nur in diesem Falle würde jede Verkürzung des Focus ein Gewinn sein. Sobald indessen mit einem Objective von 1 Millimeter Brennweite nicht mehr gesehen werden kann, als mit einem solchen von 2 Millimeter Brennweite, dann verdient letzteres den Vorzug, schon deshalb, weil dann zwischen dem Objective und dem Objecte mehr Raum übrig bleibt. Nun wird aber die Tüchtigkeit des Objectives für ein zusammengesetztes Mikroskop ganz besonders durch die ansehnlichere oder geringere Grösse des Oeffnungswinkels bestimmt. Diesen zu vergrössern, ohne dass die Correction der sphärischen Aberration darunter leidet, muss demnach das Ziel Aller sein, die das Mikroskop zu verbessern wünschen, und es lässt sich voraus sehen, dass auf diesem Wege, der von Manchen bereits mit so gutem Erfolge betreten wurde, auch fernerhin noch ein erheblicher Fortschritt möglich ist.

Andererseits ist es aber nicht zu verkennen, dass eine zu einseitige Vergrösserung der Oeffnung der Objectivlinsen dem begrenzenden Vermögen oder der Sichtbarmachung Eintrag thut, und dass manche Optiker in der letzten Zeit darin wohl zu weit gegangen sind. Diesen schädlichen Folgen kann zwar zum Theil durch ein drehbares Diaphragma begegnet werden, wodurch man die Oeffnung des Objectives nach Willkür verkleinert oder vergrössert. Die wesentliche Ursache indessen, weshalb die beiden Hauptmomente des optischen Vermögens eines Mikroskopes, das Unterscheidungsvermögen und das Begrenzungsvermögen nicht immer gleichen Schritt halten, liegt wohl darin, dass die beiden Aberrationen immer nur theilweise verbessert sind, namentlich für jene Strahlen, welche in der Nähe des Randes durchtreten. Durchaus beachtenswerth bleibt somit immer noch das Bemühen, die Aberrationen zu vermindern, und verdienen die Versuche von Amici und von Ross alle Nachahmung, die das sogenannte secundäre Spectrum dadurch zu beseitigen suchten, dass sie jede Doppellinse des Objectives aus zwei besonderen Glassorten mit verschiedenem Brechungs- und Dispersionsvermögen zusammensetzten.

Eine erspriessliche Verbesserung ist die Immersion, wodurch man das optische Vermögen bei Objectiven verbessert, deren Unterfläche dem Deckplättchen so nahe steht, dass eine Wasserschicht zwischen beide kommen kann. Ueber die Vortheile der Immersion habe ich mich früher (I., S. 160) ausführlich ausgesprochen. Amici hat sie zuerst 1850 angewendet, und eine Reihe Optiker des europäischen Continents, nament-

lich Hartnack, Nachet, Chevalier, Merz, Hasert, Schröder, haben sie auf ihre Objective übertragen. Nur in England scheint die Immersionseinrichtung bis jetzt wenig oder gar keinen Eingang gefunden zu haben. Um so mehr Beachtung verdient daher die oben (S. 204 u. 208) mitgetheilte Thatsache, dass die starken Objective von Ross und von Powell im optischen Vermögen die Immersionssysteme der Franzosen und Deutschen erreichen, wenn nicht gar übertreffen. Daraus folgt freilich noch nicht, dass die Immersion etwas Ueberflüssiges ist. Eher wird man schliessen dürfen, dass die genannten englischen Optiker, falls sie Immersionssysteme gleich sorgfältig arbeiteten, wie ihre bisherigen Objective, und ihnen die gleiche Brennweite und den nämlichen Oeffnungswinkel gäben, ein noch stärkeres optisches Vermögen, als mit ihren jetzigen Mikroskopen, erreichen würden.

Vom Oculare wurde oben (I, §. 158) nachgewiesen, dass dessen Ein- 67
richtung für das optische Vermögen des zusammengesetzten Mikroskopes keineswegs gleichgültig ist; indessen wird seine Construction jener des Objectives immer untergeordnet bleiben. Die meisten Optiker nehmen jetzt Huygens'sche Oculare, manche aber auch Ramsden'sche (I, §. 162). Es lässt sich nicht bestimmt erweisen, ob die von Manchen gewählte Zusammensetzung des Oculares aus achromatischen Doppellinsen zu einer erheblichen Verbesserung führen wird. Die bis jetzt verfertigten aplanatischen Oculare haben ein zu schwaches Vergrösserungsvermögen und ein zu kleines Gesichtsfeld, als dass ihnen vor den anderen der Vorzug eingeräumt werden könnte. Die Möglichkeit indessen, auch auf diesem Wege das Mikroskop noch mehr zu vervollkommnen, lässt sich nicht in Abrede stellen; nur muss man, wenn man aplanatische und gewöhnliche Oculare mit den nämlichen Objectivsystemen benutzen will, dabei immer im Auge behalten, dass die Linsen des aplanatischen Oculares unterverbessert sein müssen.

Als eine Eigenthümlichkeit des Amici'schen Mikroskopes habe ich die Einrichtung angeführt, dass der Abstand der beiden Linsen des Oculares der Abänderung fähig ist, dieser Abstand also so eingerichtet werden kann, wie er sich für jedes Objectiv und für verschiedene Längen des Rohres als der zweckmässigste herausstellt. In der That ist es nicht möglich, alle Objective in so vollkommener Weise als überverbesserte herzustellen, dass ein Ocular mit unveränderlichen Gläsern gleich gut für alle passte, und aus diesem Grunde verdient jene Verbesserung allerdings Nachahmung. Indessen wird sie immer nur einen beschränkten Nutzen gewähren, weil unter denen, die das Mikroskop benutzen, nur wenige sich die Mühe geben werden, vorher zu prüfen, welche Distanz der Augengläser unter verschiedenen Umständen die passendste ist.

Eine grosse Ungleichheit tritt uns entgegen, wenn wir die Oculare

verschiedener Optiker hinsichtlich der Vergrösserung unter einander vergleichen. Durch die fünf Oberhäuser'schen Oculare wird, bei voller Länge des Mikroskoprohres, das durchs Objectiv erzeugte Bild 2,5 — 2,6 — 3,3 — 5,4 und 7,3 Mal vergrössert, bei den drei Amici'schen Ocularen dagegen beträgt diese Vergrösserung 6,9 — 10,7 und 14,9 Mal. Eine bestimmte Regel lässt sich dafür allerdings nicht aufstellen, da die Oculare in dem Maasse stärker sein können, als die Objective ein reineres Bild geben; doch meine ich, dass die zwei eben genannten Optiker die Extreme repräsentiren, die man beide zu vermeiden hat. Im Allgemeinen darf man annehmen, dass drei Oculare mit einer 4fachen, 6fachen und 9- oder 10fachen Vergrösserung für alle Fälle ausreichen werden.

Bei Beurtheilung der relativen Tüchtigkeit der Oculare kommt ferner in Betracht, welchen Grad von Ebenung das Gesichtsfeld dadurch bekommt. Es wurde früher (I, §. 151 u. 162) nachgewiesen, dass durch ein Huygens'sches Ocular die Krümmung des Bildes sich vollständig beseitigen lässt. Da aber alsdann der relative Abstand beider Gläser nicht immer genau der Art ist, dass die noch vorhandene Aberration des Bildes verbessert wird, so pflegen viele Optiker das ebene Gesichtsfeld ganz oder theilweise zum Opfer zu bringen, und man trifft manchmal Oculare, wodurch das Bild eine derartige Krümmung erlangt, dass die Vergrösserung am Rande und in der Mitte des Gesichtsfeldes auffallend differirt; daher dann alle mikrometrischen Methoden, bei denen es auf eine genaue Kenntniss des Vergrösserungswerthes ankommt, unzulässig sind.

Aus diesem Grunde wäre es wünschenswerth, wenn die Optiker künftighin das Beispiel Kellner's befolgten und ihren Mikroskopen Oculare mit einem ebenen und zugleich grossen Gesichtsfelde gäben. Von Belthle, gleichwie früher von Kellner, kann man übrigens um den Preis von 7 Thalern einzelne orthoskopische Oculare beziehen; nur muss bei der Bestellung genau angegeben werden, wie weit das Luftbild vom Objective absteht.

68 Eine recht gute, jetzt immer mehr in Gebrauch kommende Verbesserung ist die, wenn das Mikroskoprohr länger und kürzer gemacht werden kann. Zwei in einander verschiebbare Röhren eignen sich aber hierzu besser, als die Bildung des Rohres aus zwei Theilen, die durch eine Schraube verbunden sind. Mehrfache Gründe machen die allgemeine Verbreitung dieser Einrichtung wünschenswerth. Erstens lassen sich damit die Aberrationen verbessern, die bei der Benutzung von Deckplättchen in Folge des nicht ganz genauen Verhältnisses zwischen Objectiv und Ocular entstehen (I, §. 165). Zweitens gestattet sie, die Erhebung des Oculares über den Tisch dergestalt zu verkürzen, dass man mit Bequemlichkeit im Sitzen arbeiten kann. Drittens bietet sie das Mittel dar, jedes zusammengesetzte Mikroskop auf die beste und einfachste Weise in

ein bildumkehrendes und zugleich pankratisches zu verwandeln, indem man unten an das innere Rohr ein achromatisches Linsensystem mit ziemlich grosser Brennweite anschraubt, welches nach Willkür wieder weggenommen werden kann. Ein vierter Vortheil kann damit erzielt werden, wenn auf dem inneren Rohre eine Scala in Millimetern oder in einer anderen beliebigen Maasseinheit angebracht wird, und wenn ein für alle Mal in einer Tabelle die Höhen verzeichnet sind, bis wohin das innere Rohr ausgezogen werden muss, damit die Vergrösserung des Mikroskopes für die Entfernung von der oberen Fläche des Oculares bis zum Tische herab, worauf das Mikroskop steht, den Werth von 100, 200, 500, 1000 Mal u. s. w. hat, was bei mikrometrischen Bestimmungen mit Projection des Bildes sehr bequem ist. Fünftens endlich wird durch eine solche Einrichtung auch die Benutzung reflectirender Prismen erleichtert, die man temporär in die Bahn der Strahlen bringen kann, damit diese unter Winkeln von 90°, 60° oder 45° fortgehen.

Weniger nutzbringend ist das Verfahren, die Concavlinse zwischen Objectiv und Ocular zu verlegen, wozu jetzt manche Optiker greifen. Wir haben übrigens gesehen, dass schon vor länger als einem Jahrhunderte durch dieses Mittel die Vergrösserung ansehnlich gesteigert wurde; nur hat man neuerer Zeit eine achromatische planconcave Linse genommen. Ueber ihre Wirkung kann ich aus eigener Erfahrung nicht berichten. Dass sie unter besonderen Umständen Nutzen bringen könne, ist früher (I, §. 159) dargethan worden; doch möchte ich glauben, dass sie in den meisten Fällen mehr schadet als nützt. Mohl, der die Sache eigends geprüft hat, räth von ihrer Anwendung ab. Aber Tolles in Nordamerika (*American Journ.* 1861, January) scheint sie doch mit gutem Erfolge zur stärkeren Vergrösserung beigezogen zu haben.

Ich habe hier auch eines Vorschlages von Barfuss (Schumacher's 69
Astron. Nachrichten 1843. XX, S. 17 und 39. Poggendorff's *Annal.* 1846. Bd. 68, S. 88) zu gedenken, der aus theoretischen Gründen und auf Berechnungen sich stützend, in das Rohr des zusammengesetzten Mikroskopes ein Correctivglas einfügen will, das aus einer planconvexen und einer planconcaven Linse von gleichen Krümmungen bestehen soll, deren gerade Flächen dem Objective zugekehrt werden. Die Vergrösserung erfährt dadurch gar keine Aenderung; es hat dieses Correctivglas einzig und allein die Bestimmung, die letzten Reste der sphärischen Aberration zu beseitigen, und deshalb muss es innerhalb des Rohres so lange auf- und niedergeschoben werden, bis man den Ort gefunden hat, wo es den besten Erfolg gewährt. Hierbei ist Barfuss offenbar von der Ansicht ausgegangen, in einem achromatischen Objective sei wesentlich nur die chromatische Aberration verbessert. Wir haben indessen früher (I, §§. 62, 126 und 158) gesehen, dass auch die sphärische Aberration verbessert

wird, und zwar ebensowohl durch die Verbindung einer Flintglaslinse mit einer Kronglaslinse, als durch die Vereinigung von zwei oder mehr solchen Doppellinsen zu einem Systeme, ja dass es selbst zur Ueberverbesserung kommen kann, wie das wirklich bei jenen Objectiven in unseren zusammengesetzten Mikroskopen der Fall ist, wo die entgegengesetzten Aberrationen des Objectives und des Oculares einander wechselseitig aufheben. Dem ist es wohl zuzuschreiben, dass der Vorschlag von Barfuss, dessen theoretische Begründung nicht bezweifelt werden kann, bei der praktischen Ausführung durch Nobert (Poggendorff's *Annal.* Bd. 67, S. 184) nur ungünstige Resultate lieferte. Dies konnte auch nicht anders sein, da überverbesserte Objective benutzt wurden. Hat nun aber auch Barfuss*) übertriebene Erwartungen von seiner Methode gehegt, so lässt sich doch nicht leugnen, dass sie einer näheren Prüfung werth ist und für besondere Fälle sich vielleicht bewähren kann.

Ein also zusammengesetztes Correctivglas wird z. B. den Einfluss der Deckplättchen hemmen können. Aber nur die Erfahrung wird darthun können, ob dieses Verfahren vor den beiden jetzt gebräuchlichen den Vorzug verdient, die ihrerseits auch wieder genau mit einander verglichen und geprüft werden müssen, bevor man darüber entscheiden kann, welche von diesen Verfahrungsweisen die meisten Vortheile bietet. Das Verfahren von Ross, der den Abstand der untersten Linse des Objectives von den beiden anderen verändert, ist sicherlich einfacher als jenes von Amici, wobei eine grössere Anzahl achromatischer Linsen erforderlich ist, und mit der von Smith darin angebrachten Verbesserung findet es in gleicher Weise wie das Amici'sche bei Deckplättchen von sehr verschiedener Dicke Anwendung. Es wäre gut, wenn man diese Correctionseinrichtung nach Wenham's Methode (I, S. 159) machte. Mit Bestimmtheit darf man aber behaupten, dass jedes Mikroskop unvollkommen ist, bei dem auf diesen Einfluss der Deckplättchen keine Rücksicht genommen wird, und dass dieser Einfluss in dem Maasse, als die beiden Aberrationen vollständiger aufgehoben sind, nur um so merklicher hervortritt. Mit einem Amici'schen Objective von 8,7 Millimeter Brennweite, wodurch

*) Barfuss glaubt, mit Hülfe seines Correctivglases müsse das vom Objective erzeugte Bild so scharf und klar werden, dass man ziemlich das ganze Vergrösserungsvermögen des Mikroskopes ins Ocular verlegen könne. Sein berechnetes Objectiv vergrössert nur 5 Mal, und doch soll man mit Hülfe der Oculare eine 200malige Vergrösserung bekommen. Das darf man unbedenklich zu den Chimären zählen! Auch verräth es einen offenbaren Mangel praktischer Kenntniss des Mikroskopes, wenn Barfuss (S. 45) sagt: „Doppelobjective von $^1/_{16}$ Zoll Brennweite und einem Oeffnungswinkel von 65°, wie sie in England verfertigt worden sein sollen, gehören gewiss zu den schlechtesten dioptrischen Machwerken.“ Was sollte man dann von den Objectiven der Jetztzeit sagen, die einen mehr als doppelt so grossen Oeffnungswinkel haben, und die man mit vollem Rechte als Triumphe der Kunst ansieht?

die achte Gruppe des Nobert'schen Probetäfelchens noch ganz deutlich unterschieden wird, sobald ein Deckplättchen von 1 Millimeter Dicke aufliegt, erkennt man nur noch die Striche der fünften Gruppe, sobald dieses Plättchen entfernt wird. Bei weniger guten Objectiven fällt diese Differenz allerdings geringer aus. Nie soll man indessen nur das Mittelmässige erstreben.

Endlich drängt sich noch die Frage auf, ob denn für den verschie- 70
denartigen Aberrationszustand der Augen verschiedener Personen keine Verbesserungsmittel am Mikroskope anzubringen sind. Das Auge und das Mikroskop zusammen bilden ein optisches Ganzes, und da unzweifelhaft das Auge nicht vollkommen aplanatisch ist, so darf man es für mehr als wahrscheinlich halten, dass in dieser Beziehung Verschiedenheiten zwischen dem Auge des Einen und des Anderen vorkommen, und somit auch der nämliche Aberrationszustand im Mikroskope nicht auf alle Augen den nämlichen Einfluss üben wird. In der That kann man hin und wieder bei schwer wahrnehmbaren Einzelnheiten beobachten, dass der Eine nichts mehr davon wahrnehmen kann, während der Andere, der doch durch das nämliche Mikroskop sieht, dieselben noch gleich gut erkennt. Man kann dies nicht dem verschiedenen Accommodationszustande der Augen beider Beobachter zuschreiben, dem durch feine Einstellung begegnet werden könnte, noch auch der grösseren oder geringeren Empfindlichkeit der Netzhaut, da man die Sache bei Personen beobachtet, die einander in der Gesichtsschärfe unter gewöhnlichen Umständen nichts nachgeben. Wahrscheinlich muss man also dabei an eine grössere oder geringere Uebereinstimmung zwischen dem Auge und dem Mikroskope denken, vermöge deren die in beiden vorkommenden entgegengesetzten Aberrationen bei diesem Individuum sich gegenseitig vollkommener aufheben als bei jenem. Amici hat schon daran gedacht (S. 175); doch unterliegt es wenigstens dem Zweifel, ob das Umdrehen des ganzen Mikroskoprohres um seine Axe hierzu ausreichen wird. Wahrscheinlicher ist es, dass hier ähnliche Mittel helfen werden, als die, wodurch man den Einfluss der Deckplättchen beseitigt; es müssten also für verschiedene Augen ungleich dicke Deckplättchen genommen werden.

Das beweist von Neuem, wie nöthig es ist, dass jeder sein eigenes Mikroskop studirt und sich nicht ohne Weiteres auf die vom Optiker gegebenen Anweisungen verlässt. Diese können für das eigene Auge vollkommen richtige sein, sind es aber vielleicht nicht in gleichem Maasse für das Auge eines Anderen.

Wenn auch zugestanden werden muss, dass das optische Vermögen 71
der zusammengesetzten Mikroskope immer noch einer bedeutenden Verbesserung fähig ist, so steht es doch anders mit deren mechanischer Ein-

richtung. Für die Untersuchungen wenigstens, wozu das Mikroskop gegenwärtig benutzt wird, ist die mechanische Einrichtung, welche die meisten Optiker ihren Instrumenten geben, vollkommen ausreichend. Man trifft sogar an manchen Gestellen, namentlich an englischen, einen Luxus von allerlei künstlichen Bewegungsmitteln an, die ganz sinnreich ausgedacht und meisterhaft ausgeführt sind, meistens aber als überflüssige Verfeinerungen gelten dürfen.

Ueber die wesentlichen Erfordernisse eines guten Gestelles für das zusammengesetzte Mikroskop habe ich mich schon früher (I, §. 166) ausführlich ausgesprochen. Im Allgemeinen, darf man annehmen, entsprechen die in den letzten Paragraphen dieses Abschnittes beschriebenen Gestelle diesen Anforderungen mehr oder weniger vollständig. Eine Uebersicht darüber, wie der Eine auf diese Weise, der Andere auf jene Weise die Sache ausgeführt hat, würde sich aber ohne viele Wiederholungen nicht geben lassen; zudem habe ich auch bereits hier und da kurz angegeben, inwiefern diese oder jene Einrichtung als zweckmässig oder unzweckmässig zu erachten ist.

Vielleicht erwartet aber mancher Leser am Schlusse der Betrachtung der zusammengesetzten Mikroskope mein Urtheil, welchen von den jetzigen Optikern ich vor den übrigen den Vorzug einräume. Ich enthalte mich eines solchen Urtheils, da es nicht ein durchaus gerechtes würde sein können, und ich muss sogar hier darauf dringen, dass man aus den Resultaten, zu denen ich durch die Untersuchung verschiedener Mikroskope gelangt bin, keinen voreiligen Schluss ziehe über die Stufe, bis zu welcher sich die betreffenden Optiker in ihrer Kunst erhoben haben. Nur dann würde das Urtheil auf einer gerechten Basis ruhen, wenn Instrumente mit einander verglichen würden, die genau zur nämlichen Zeit aus den Werkstätten der verschiedenen Optiker kamen. Und wahrscheinlich würden bei der Vergleichung zweier Instrumente aus einer späteren Zeit sich doch wieder andere Resultate herausstellen.

Wenn auch die Optiker ein mehr oder weniger gleichbleibendes Modell für ihre Gestelle gewählt haben, so dass ihre Instrumente in der äusseren Form und in der Einrichtung des Ganzen einander immer gleichen, so steht es doch anders mit der optischen Einrichtung. Diese sucht ein jeder mehr und mehr zu vervollkommnen, so dass die Mikroskope, welche in Zwischenräumen von mehreren Jahren aus der nämlichen Werkstatt kamen, im optischen Vermögen immer einen viel grösseren Unterschied erkennen lassen, als jene, welche von verschiedenen Optikern zu der nämlichen Zeit geliefert wurden. Dem ist es theilweise zuzuschreiben, dass das Urtheil verschiedener Beobachter über Mikroskope aus der nämlichen Werkstatt so ganz verschieden ausfallen konnte. Es kommt noch hinzu, dass die meisten sehr geneigt sind, jenem Mikroskope bestimmt vor anderen den Vorzug zu geben, woran sie sich seit geraumer Zeit ge-

wöhnt haben, was auch ganz natürlich ist, da jeder sein Instrument am besten kennt, so dass er schon aus diesem Grunde allein besser durch dasselbe beobachten wird, als durch ein anderes, dessen Vorzüge und Mängel er noch nicht kennt. Man darf aber dreist behaupten, dass, wenngleich nicht alle gegenwärtigen Werkstätten auf gleiche Linie gestellt werden können, der Unterschied dennoch nicht gar auffallend ist, oder mit anderen Worten, bei weitem die meisten Forschungen, welche die mikroskopische Hülfe erfordern, lassen sich mit unseren neueren aplanatischen Mikroskopen, wenn sie nur einer der bekannten oben genannten Optiker verfertigt hat, ziemlich mit dem gleichen Grade von Sicherheit und Genauigkeit durchführen. Nur für einzelne Fälle, z. B. bei den Forschungen über die Entwickelungsgeschichte der organischen Elementartheile, ist der höchste Grad der optischen Vollkommenheit, der bis jetzt erreicht wurde, wünschenswerth.

Zum Schlusse will ich noch darauf hinweisen, welche Menge von Mikroskopen angefertigt worden ist, seitdem man sie aplanatisch zu machen gelernt hat. Von 1836 bis 1848 haben in London Ross, Powell und Smith, ganz abgesehen von den kleineren Instrumenten, 836 grosse zusammengesetzte Mikroskope verkauft (Quekett l. l. p. 46). Späterhin hat diese Production nach einer an die *Microscopial Society* erstatteten Mittheilung von G. Shadbolt (*Quart. Journ.* 1857. XIX, p. 241) noch zugenommen; danach haben diese drei ersten Optiker Londons nur allein im Laufe des Jahres 1856 zusammen 217 grosse Instrumente abgegeben, und Smith daneben noch 175 kleinere, zusammen also 392. Aus den Werkstätten von vier anderen Mikroskopverfertigern, nämlich Salmon, Amadio, Ladd, Pillischer, seien ausserdem noch 115 grosse und 243 kleine Mikroskope hervorgegangen. Somit würde die Gesammtzahl der während eines Jahres in London verfertigten und verkauften Mikroskope mindestens 750 betragen, da, wie Shadbolt selbst zugiebt, in dieser Aufzählung gar viele noch nicht mit begriffen sein werden. Ebenso wurden 1857 von Powell, von Ross und von Smith in London 385 Mikroskope abgegeben, also fast gleich viel wie 1856 (*Quart. Journ.* Apr. 1858. p. 75). Diese Ziffer ist aber weiterhin noch grösser geworden. Im Jahre 1862 lieferten die drei grossen Londoner Firmen mehr denn 600 Mikroskope, und darunter reichlich 100 ganz grosse (*Quart. Journ.* 1863. N. Ser. X, *Transact.* p. 30). Erwägt man, was in England unter einem grossen Mikroskope verstanden wird, so darf man sich wohl nicht darüber wundern, dass bei einer mikroskopischen Soirée, die bei der Versammlung der *British Association* zu Bath am 20. September 1864 stattfand, die dort zusammengestellten Mikroskope mit 6000 Pfund Sterling versichert waren (*Quart. Journ.* 1865. N. Ser. XVII, p. 73).

Ich habe schon früher erwähnt, dass vor mehreren Jahren Oberhäuser binnen 16 Monaten 236 Mikroskope absetzte. Sein Nachfolger

Hartnack hat innerhalb der letzten 5 Jahre nur allein über 400 Immersionssysteme verkauft (Henri van Heurck, *Le Microscope* etc. 1865. p. 19). Nach einer mündlichen Mittheilung setzte Nachet 1858 im Mittel 200 Mikroskope im Jahre ab. Somit produciren die genannten neun Optiker gut und gern 1100 Mikroskope im Jahre. Nun bestehen aber neben ihnen noch wenigstens 25 Werkstätten in Europa und 4 in Nordamerika, in denen auch Mikroskope verfertigt werden, darunter die von Field und Comp. in Birmingham, die binnen 4 Jahren (1855 bis 1859) etwa 1400 kleine Mikroskope verkaufte. Wenn auch in den meisten derselben, da sie sich nicht ausschliesslich mit Mikroskopen beschäftigen, diese Production gewiss eine geringere ist, so wird man doch zuverlässig unter der Wahrheit bleiben, wenn man annimmt, dass jährlich 2000 aplanatische Mikroskope verfertigt und verkauft werden.

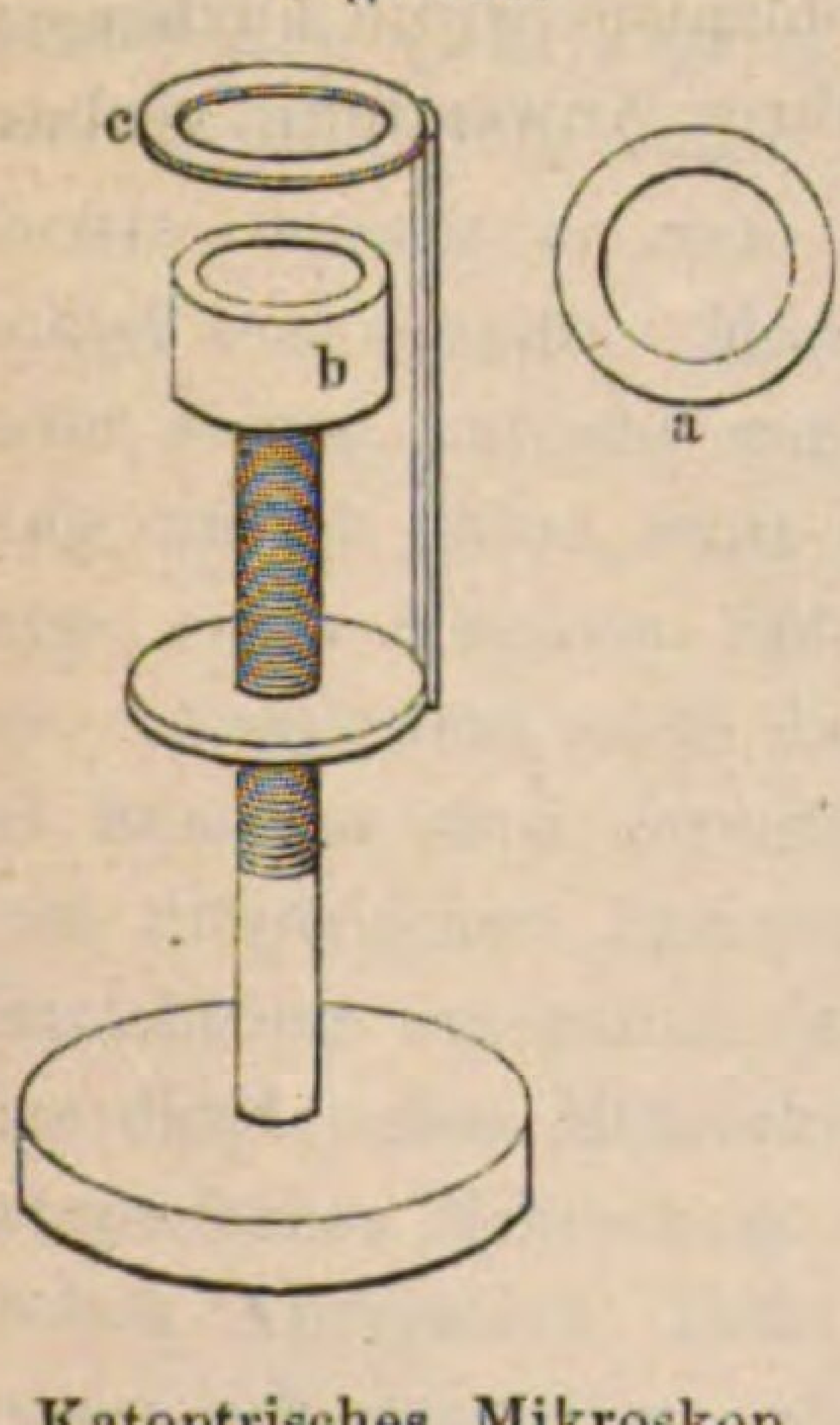
Welch ein Gewinn für die Wissenschaft, wenn mit jedem dieser Mikroskope auch nur Eine neue Entdeckung ausgeführt würde!

Sechster Abschnitt.

Das einfache katoptrische Mikroskop.

Dass die Alten bisweilen die vergrössernde Kraft des Hohlspiegels 72
benutzten, ist bereits oben (S. 11) erwähnt worden. In der letzten Hälfte des 17. Jahrhunderts finden wir aber zum ersten Male eine Art Mikroskop erwähnt, zu dem ein Hohlspiegel benutzt wurde. Bei Zahn (*Oculus artificialis.* Herbip. 1685. Fund. III, p. 113) ist ein solches Instrument beschrieben: ein Hohlspiegel nämlich steckt in einem vierseitigen hölzernen Kasten, der mit einer Oeffnung versehen ist, wodurch man die vor dem Spiegel befindlichen Objecte vergrössert sieht. Das Instrument gehörte zur sogenannten *Microscopia curiosa* und diente dazu, Bilder oder andere grosse Objecte, wie Blumen und dergleichen, vergrössert darzustellen. Zahn giebt aber selbst an, dass schon früher Gervasius Mattmüller, den er als *Opticus Caesareus* bezeichnet, desgleichen P. Traber, der Verfasser des im Jahre 1675 erschienenen *Nervus opticus*, dergleichen Instrumente verfertigt hatten.

Fig. 128.



Katoptrisches Mikroskop von Gray.

Später hat dann Stephen Gray (*Philos. Transact.* 1697. p. 541) eine concave spiegelnde Oberfläche als Mikroskop angewandt und zwar auf die zweckmässige Weise, welche in Fig. 128 dargestellt ist. Er nahm einen kleinen Messingring *a*, der innen einen Durchmesser von höchstens $^1/_{10}$ Zoll hatte. Diesen Ring bestrich er mit einer Auflösung von salpetersaurem Quecksilber, und weiterhin brachte er einen Tropfen Quecksilber darauf. Der Ring mit dem umschlossenen Quecksilbertropfen kam dann auf den Rand

eines kleinen hohlen Cylinders *b*, wodurch der anfangs biconvexe Tropfen eine concave spiegelnde Fläche erhielt, so dass ein in gehöriger Entfernung befindlicher Gegenstand sich stark vergrössert darstellte. Zur Aufnahme des Objectes diente eine kleine durchbohrte Platte *c*, die an dem genannten Cylinder mittelst eines Stäbchens befestigt war und durch eine Schraube höher und niedriger gestellt werden konnte. So richtig dieses Instrument auch ausgedacht war, gleichwohl vermochte es nur wenig zu leisten, weil sich die Objecte natürlich nur in sehr unvollkommener Beleuchtung darstellen konnten.

Besser ist dafür gesorgt bei einem katoptrischen Mikroskope, welches ein Venetianer Selva im Jahre 1769 der französischen Akademie anbot (*Hist. de l'Acad.* 1769, p. 129), und wo der Hohlspiegel von 6 Linien Brennweite in eine grosse Glaslinse eingeschlossen war, die blos den Zweck hatte, das Object zu beleuchten. Die Beschreibung ist ganz kurz, aber ausdrücklich wird angegeben, es sei ein rein katoptrisches Mikroskop gewesen. Santini (*Teorica degli Stromenti ottici*, II, p. 197) erwähnt, dass Selva's Sohn in seinen *Dialoghi ottici*. Venez. 1787, erzähle, sein Vater habe schon 1740 ein Gregorianisches Teleskop in ein recht gutes Mikroskop umgeändert, dessen Beschreibung er im Jahre 1761 gab, und später habe er es in der vereinfachten Form der französischen Akademie angeboten.

Weiterhin scheint man sich nicht mehr auf die Anfertigung einfacher katoptrischer Mikroskope verlegt zu haben. Auch bringt es ihre Einrichtung mit sich, dass sie kaum zu etwas anderem zu gebrauchen sind, als um dem Beobachter Gelegenheit zu geben, seine eigenen Augen bei einer stärkeren Vergrösserung zu betrachten, wozu sich doch selten Veranlassung finden wird. Zu Untersuchungen eignen sich Linsen im Allgemeinen weit besser. Denn wenn auch bei Hohlspiegeln die Farbenzerstreuung fehlt, so vermag dies die vielen mit ihrer Anwendung verbundenen Uebelstände noch nicht aufzuwiegen.

Siebenter Abschnitt.

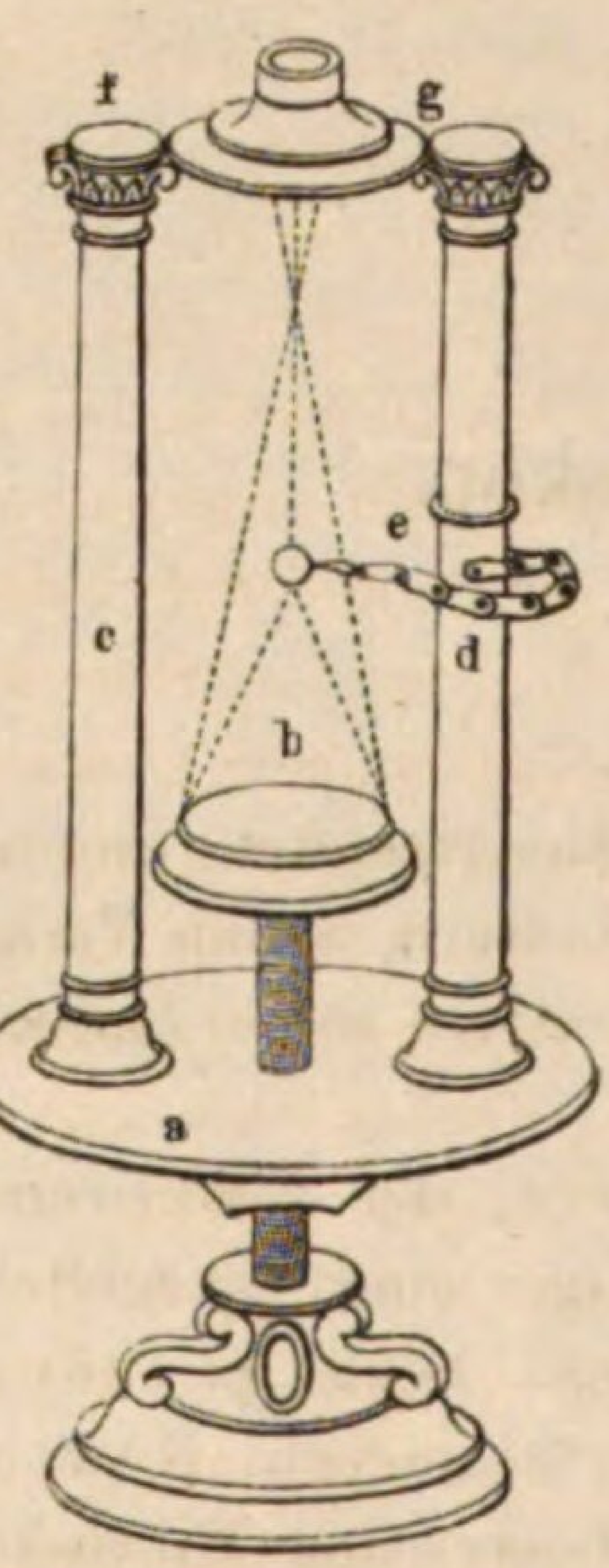
Das katadioptrische Mikroskop.

Die früher beschriebenen Mängel der zusammengesetzten dioptrischen Mikroskope und die Schwierigkeit, sie zu verbessern, waren Veranlassung, dass man als Ersatz des dioptrischen Objectives seine Zuflucht zu katoptrischen Hülfsmitteln nahm. 73

Man weiss, dass Newton einer der Ersten war, der reflectirende Fernrohre anwandte, wenngleich als erster Verfertiger eines Spiegelteleskopes Nicolas Zucchius (*Optica philosophia.* Lugd. 1652, p. 126) zu nennen ist, dessen Versuche bis zum Jahre 1616 zurückreichen. Newton kam aber auch zuerst auf den Gedanken, ein katadioptrisches Mikroskop herzustellen (*The Life of Sir Isaac Newton by Brewster*, p. 311). In zwei Briefen vom Jahre 1679 an Oldenburg, den Secretair der *Royal Society*, sprach er sich darüber aus, wie ein solches Instrument eingerichtet sein müsste. Man erfährt aber nicht, ob es durch ihn selbst oder unter seiner Aufsicht zur Ausführung gekommen ist. Newton's Zweck ging einfach dahin, statt des Objectivglases im zusammengesetzten Mikroskope einen concaven Spiegel zu benutzen, dessen Concavität nach oben sah. Ausserdem sollte das Object in die gehörige Entfernung vom Spiegel kommen und vermittelst eines Oculares weiter vergrössert werden. Vom dioptrischen zusammengesetzten Mikroskope unterschied sich diese Einrichtung wesentlich darin, dass das erste Bild nicht durch ein einfaches dioptrisches Mikroskop zu Stande kam, sondern durch ein einfaches katoptrisches Mikroskop. Da nun das so entstandene Bild der chromatischen Aberration nicht unterworfen war, so musste es schärfer begrenzt sich darstellen, als das Bild im zusammengesetzten dioptrischen Mikroskope.

Wirklich sind Mikroskope nach dieser Anweisung Newton's gefertigt worden, doch habe ich nicht nachkommen können, von wem und zu welcher bestimmten Zeit. Die Abbildung und Beschreibung eines solchen findet sich in dem schon mehrgenannten *Vollständigen Lehrgebäude der ganzen Optik*, S. 369, Tab. II, Fig. 7, wo sie aus der im Jahre 1726 erschienenen dritten Ausgabe von Bion's *mathematischer Vorschule* aufgenommen worden ist. Die ganze Einrichtung ist in Fig. 129 dargestellt. Durch ein Fussstück *a* geht eine Schraube, auf welcher der Hohlspiegel *b* befestigt ist, der somit höher und niedriger gestellt werden kann. Auf dem Fussstücke stehen ferner zwei Stangen oder Säulen *c* und *d*, eine davon mit einem kleinen beweglichen Arme *e* versehen, der in eine Spitze ausläuft, womit das Object angestochen werden kann. Die beiden Säulen sind durch eine Scheibe *fg* vereinigt, in deren Mitte sich das Ocular befindet. Man ersieht auf der Stelle, wie unvollkommen diese Einrichtung war, da nicht einmal ein Rohr zur Abhaltung des überflüssigen Lichtes zur Anwendung kam.

Fig. 129.



Altes katadioptrisches Mikroskop.

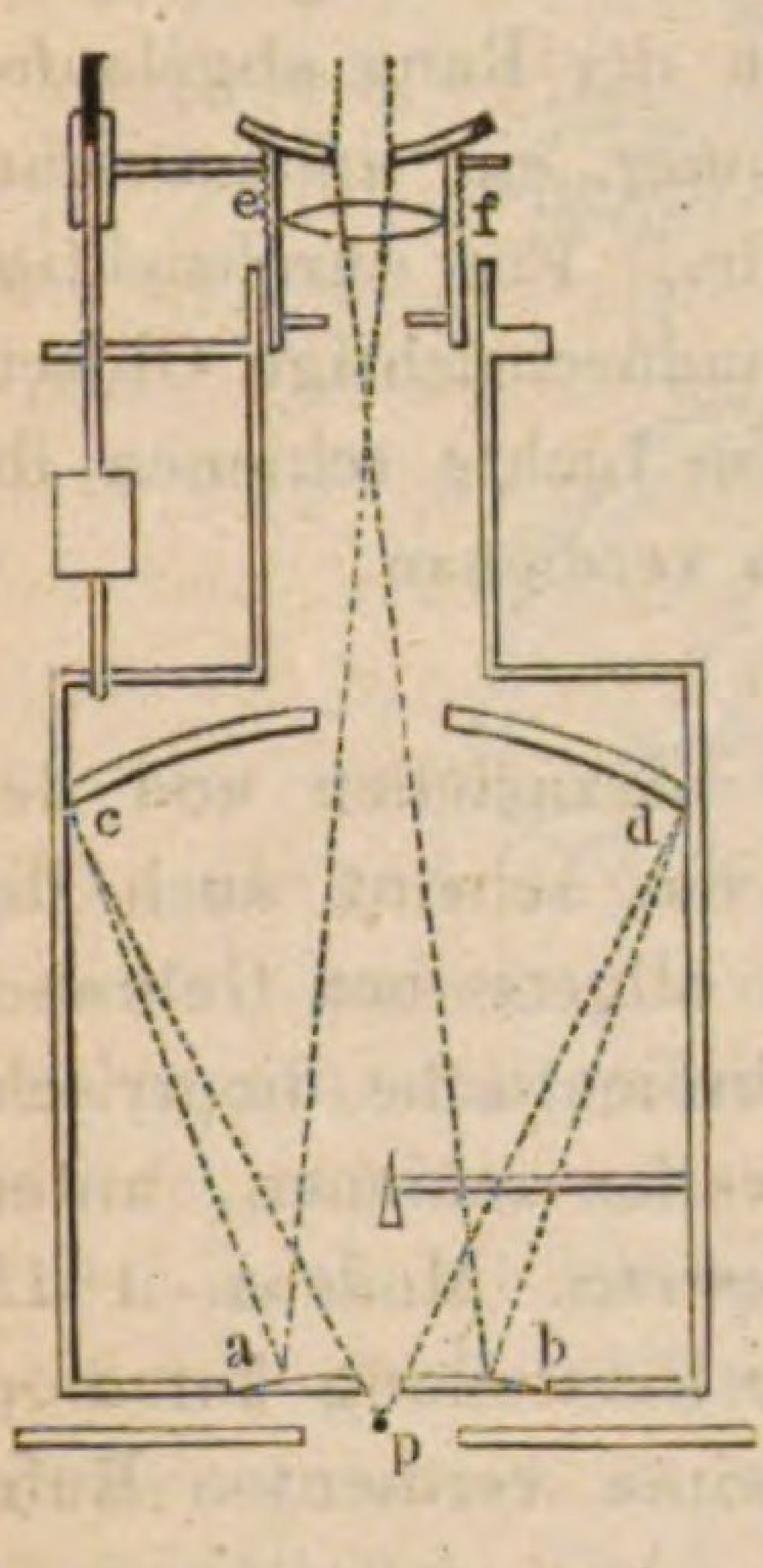
Robert Barker (*Philos. Transact.* 1736, p. 259) erfand 1736 eine andere Einrichtung des katadioptrischen Mikroskopes, die nach seiner Anweisung von Scarlet ausgeführt wurde. Dasselbe bestand aus zwei Hohlspiegeln, einem grösseren in der Mitte durchbohrten und einem kleineren, der dazu diente, die vom Objecte auf den grossen Spiegel geworfenen und von da reflectirten Strahlen aufzufangen und durch die Oeffnung des grossen Spiegels nach dem Oculare zu bringen, welches aus zwei Gläsern bestand und zur Wahrnehmung des vergrösserten Bildes diente. Der kleinere Spiegel befand sich in der Axe eines Rohres, welches sich in einem zweiten weiteren Rohre bewegte. Mittelst einer Schraube konnten diese Röhren über einander verschoben werden, um den richtigen Abstand zwischen den beiden Spiegeln heraus zu finden. Das ganze Instrument stand auf einem Fusse, wie ein Gregorianisches Teleskop, womit auch die ganze Einrichtung viele Aehnlichkeit hatte*). Ein besonderer Objecttisch oder sonst eine Vorkehrung,

*) Barker selbst sagt in der Beschreibung, sein Instrument sei nach dem Muster des Newton'schen Teleskopes ausgeführt; das ist aber offenbar falsch. Dass Selva vier Jahre nach Barker ein solches Mikroskop hergestellt haben soll, wurde vorhin erwähnt.

um das Object darauf zu legen, fand sich nicht daran. Die Brennweite betrug 9 bis 24 Zoll.

Vermöge der grossen Brennweite gehörte dieses Instrument eher zu den schon erwähnten mikroskopischen Fernrohren, als zu den eigentlichen Mikroskopen, und somit war nur wenig von demselben zu erwarten. Eine zweckmässigere Einrichtung hatte dagegen das im Jahre 1738 erfundene katadioptrische Mikroskop von Smith in Cambridge (*System of Opticks.* II. Remarks p. 87), welches Fig. 130 im Durchschnitte dargestellt ist. Es bestand ebenfalls aus zwei übereinander gestellten Spiegeln *ab* und *cd*; der untere war convex, der obere concav, und beide waren in der Mitte durchbohrt. Die Krümmungen waren so berechnet, dass die sphärische Aberration wegfiel. Kam das Object *p* bei gewöhnlicher Beleuchtung unter den unteren Spiegel, so entstand durch Reflexion der beiden spiegelnden Oberflächen ein vergrössertes Bild desselben, welches durch das biconvexe Ocular *ef* wahrgenommen wurde. Die Vergrösserung war eine 300fache. Wie sich Barker das Gregorianische Teleskop zum Vorbilde genommen hatte, so stand Smith offenbar das Cassegrain'sche Teleskop vor Augen. Brewster (*Treatise on the Microscope.* 1832, p. 83), der ein nach diesem Principe verfertigtes Instrument untersuchen konnte, bemerkt darüber, es bewähre sich ausnehmend gut, und die Striche auf manchen Probeobjecten könne man damit ganz scharf sehen.

Fig. 130.



Katadioptrisches Mikroskop von Smith.

Mit der Herstellung katadioptrischer Mikroskope scheint sich auch B. Martin beschäftigt zu haben, denn in seinen im Jahre 1770 erschienenen *Optical Essays*, die ich aber nicht kenne, kommt eine Abhandlung vor: *On the use of the reflecting telescope as an universal perspective for viewing every sorts of objects.* In seiner *Philosophia Britannica*, 2. Ed. 1759, p. 49, werden übrigens nur die schon früher bekannten Einrichtungen von Newton und Smith genannt. Nach dem Titel der ebengenannten Abhandlung zu urtheilen, scheint aber Martin nur ein katadioptrisches Instrument im Auge gehabt zu haben, das sich ebenso als Teleskop wie als Mikroskop brauchen liess, gleichwie seine polydynamischen Mikroskope.

Katadioptrische Mikroskope von ähnlicher Zusammensetzung, wie jene von Smith, sind noch in neuerer Zeit in Friesland verfertigt worden von dem in Hallum gebornen S. J. Rienks, einem mechanischen Genie,

dergleichen man in Friesland nicht selten findet. Ohne eine Unterweisung in der Naturkunde und Mechanik erhalten zu haben, hatte sich dieser Mann in Verbindung mit einem anderen Friesen Roelofs auf die Anfertigung optischer Instrumente gelegt. Ihre zwei Spiegelteleskope von 13 Fuss Länge auf der Haarlemer Ausstellung im Jahre 1825 fanden verdiente Anerkennung. Auf der friesländischen Ausstellung zu Leeuwarden im Jahre 1844 befanden sich ausser einigen dioptrischen Mikroskopen auch vier katadioptrische Mikroskope von Rienks, von denen die Commission angiebt, bei recht hellem Lichte gestatteten sie die Anwendung einer starken Vergrösserung und für undurchsichtige Objecte dürfte ihnen von anderen Mikroskopen wohl kaum der Rang abgelaufen werden. Die Commission legte ihrer Vergleichung ein aplanatisches Chevalier'sches Mikroskop von 1829 zu Grunde. Für durchsichtige Objecte gab sie dem letzteren den Vorzug; für undurchsichtige Objecte dagegen und für die Betrachtung bei auffallendem Lichte schienen ihr die Spiegelmikroskope von Rienks den Vorzug zu verdienen.

74 Es hält schwer, katadioptrische Mikroskope herzustellen und den Glanz der Spiegel ungeschmälert zu erhalten; das scheint auch der Grund gewesen zu sein, weshalb sie niemals in allgemeinen Gebrauch gekommen sind. Als indessen die Versuche, achromatische dioptrische Mikroskope herzustellen, zuerst fehlschlagen zu wollen schienen, unternahm auch Amici (*Memoria di Microscopi catadiottrici.* Modena. 1818. S. Gilbert's *Annalen.* 1820. Bd. 66, S. 253) die Herstellung katadioptrischer Mikroskope, die mehrere Jahre hindurch eines verdienten Rufes sich erfreuten.

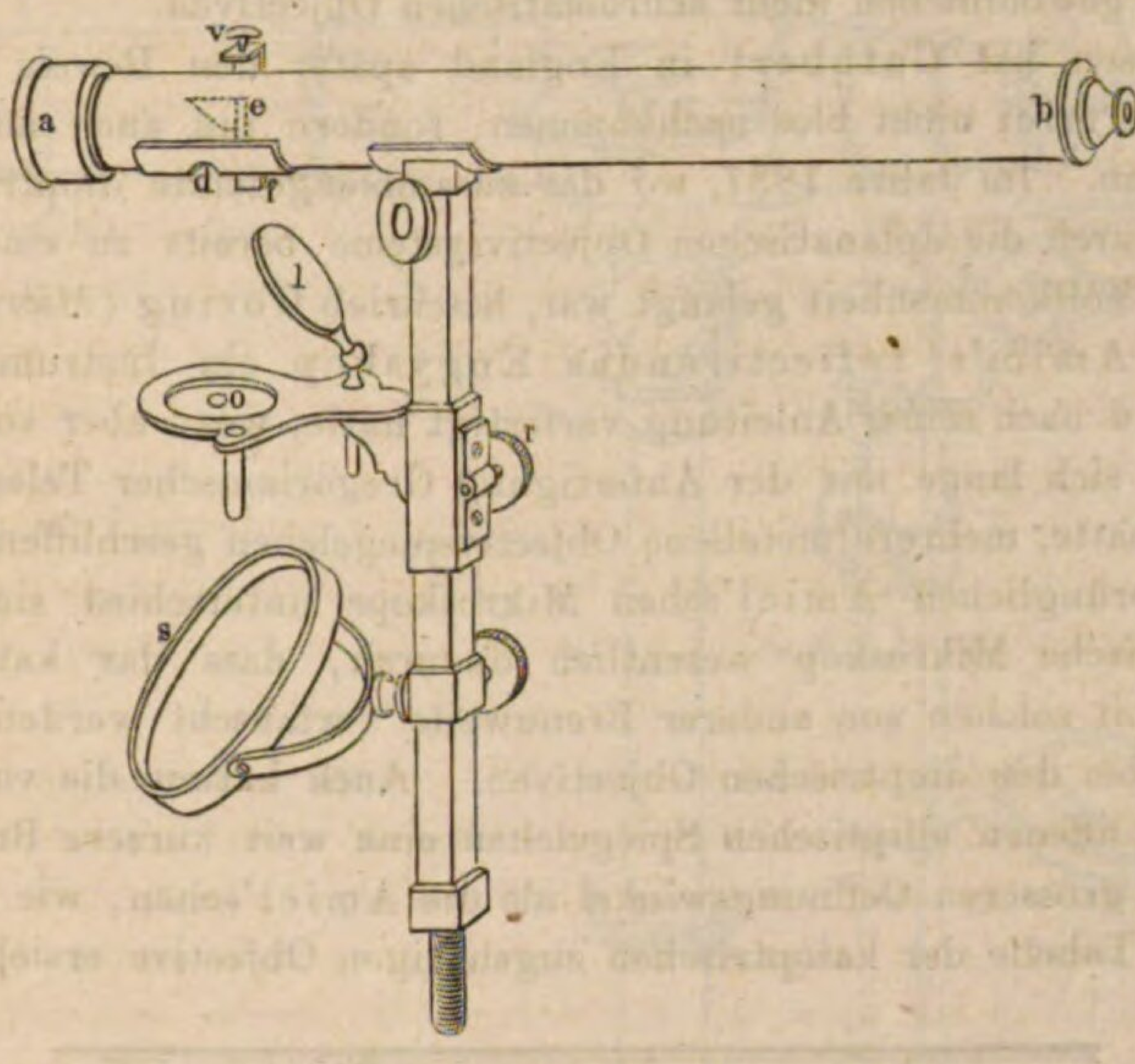
Schon früher (I, §. 171) ist in theoretischer Beziehung über dieses Mikroskop gehandelt worden. In Fig. 131 a. f. S. ist es so dargestellt, wie es Amici verfertigte. Das Mikroskoprohr *ab* enthält bei *a* einen elliptischen concaven Metallspiegel, bei *b* das Ocular; es hat 12 Zoll Länge und 1,1 Zoll Durchmesser. Der Spiegel hat ebenfalls 1,1 Zoll Durchmesser und ist von dem näheren Brennpunkte 2,6 Zoll, von dem entfernten 12 Zoll entfernt; er ist Abschnitt einer Ellipse, deren

halbe grosse Axe = 7,300 engl. Zoll,
halbe kleine Axe = 4,274 " ",
Excentricität = 0,644 " "

beträgt. An dem innerhalb des Rohres befindlichen kleinen Stifte *e* ist ein eirundes Spiegelchen befestigt und zwar unter einem Winkel von 45°; es ist der schiefe Durchschnitt eines Metallcylinders von $^1/_2$ Zoll Durchmesser. Seine Entfernung von der Mitte des grossen Spiegels beträgt 1,5 Zoll. Das Rohr hat gerade unter dem kleinen Spiegel eine Oeffnung *d* zum Durchtritte der Lichtstrahlen, welche von dem auf dem Ob-

jecttische befindlichen Objecte *o* kommen. Der Objecttisch lässt sich durch einen Trieb, wozu der geränderte Knopf *r* gehört, an der vierseitigen Stange, worauf das Mikroskoprohr ruht, auf- und niederschieben.

Fig 131.



Katadioptrisches Mikroskop von Amici.

Die gewöhnliche Entfernung, in der sich die Objecte von der Oeffnung *d* befinden müssen, beträgt nicht ganz einen Zoll. Die Beleuchtung wird bei durchfallendem Lichte durch den concaven Glasspiegel *s* bewirkt, bei auffallendem Lichte durch die Linse *l*, oder durch ein kleines (nicht mit abgebildetes) concaves Spiegelchen, welches unten bei *f* an die Schraube *v* befestigt wird und eine Oeffnung für die Lichtstrahlen hat, welche von den Objecten kommen und durch die Oeffnung *d* in das Rohr treten. Die verschiedenen Vergrösserungen werden durch Wechseln der Oculare erzielt. Die stärkste Vergrösserung ist 1000 Mal.

Dieses Mikroskop muss sich durch grosse Helligkeit und Schärfe ausgezeichnet haben, zumal wenn man die damaligen zusammengesetzten dioptrischen Mikroskope damit vergleicht. Da aber die Tüchtigkeit eines solchen katadioptrischen Mikroskopes ganz und gar auf der genau elliptischen Form des Spiegels beruht, so kann es nicht Wunder nehmen, dass es Anderen, die dieses Mikroskop später nachmachten, nicht gleich gut gelang wie Amici, so z. B. Ch. Chevalier, der früherhin seinem grossen horizontalen Mikroskope (Fig. 78) das Rohr eines ganz nach Amici'schem Muster hergestellten katadioptrischen Mikroskopes beifügte,

welches statt des dioptrischen Mikroskopes aufgeschraubt werden konnte. Ein solches Instrument vom Jahre 1829 schien mir aber ganz mangelhaft zu sein; die meisten Probeobjecte wurden damit kaum viel besser wahrgenommen, als mit einem zusammengesetzten dioptrischen Mikroskope mit gewöhnlichen nicht achromatischen Objectiven.

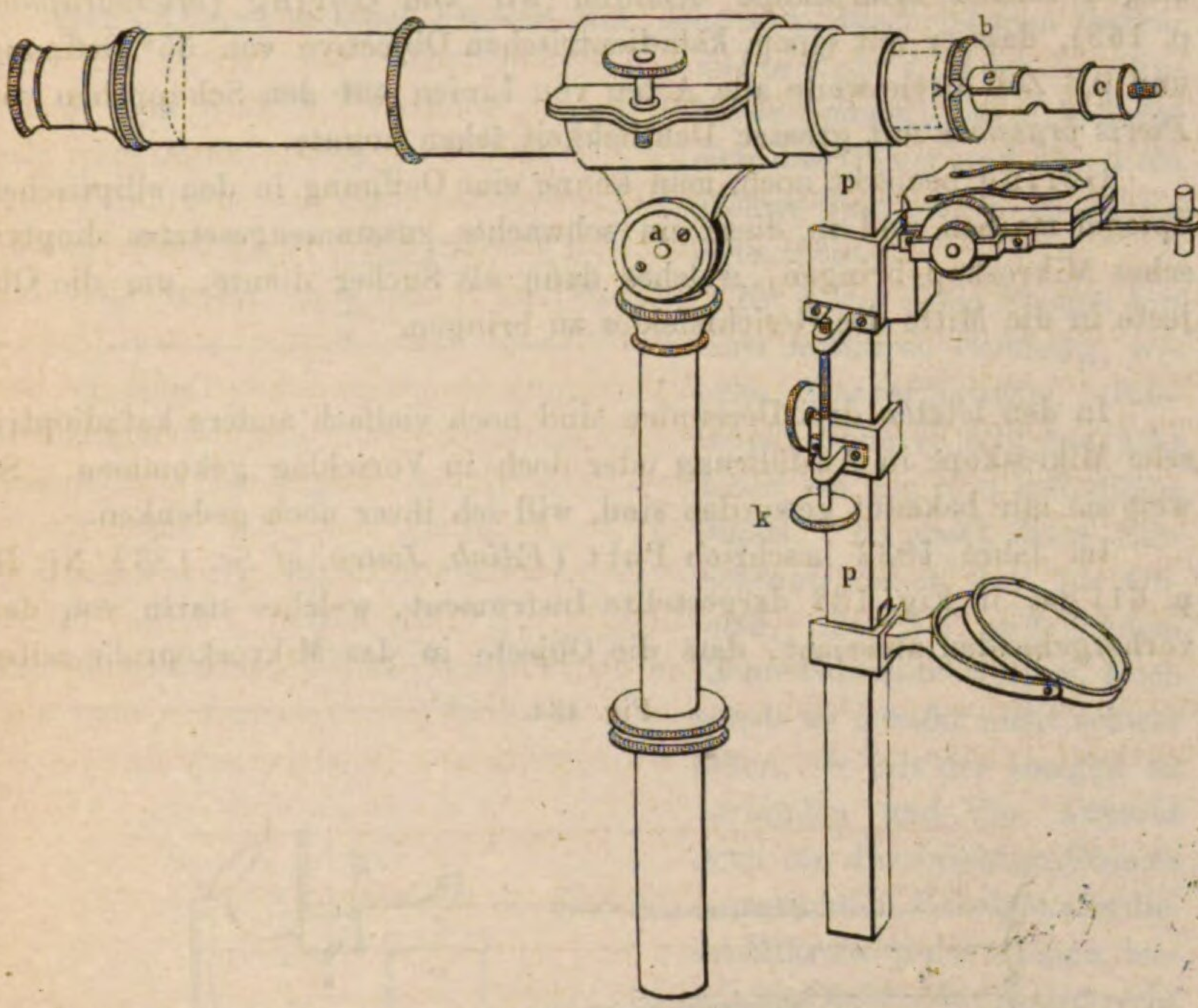
Indessen hat Cuthbert in England später den Beweis geliefert, dass man Amici nicht blos nachkommen, sondern ihn auch noch übertreffen kann. Im Jahre 1837, wo das zusammengesetzte dioptrische Mikroskop durch die aplanatischen Objectivsysteme bereits zu einer hohen Stufe der Vollkommenheit gelangt war, beschrieb Goring (*Micrographia*, p. 1) als Amici's reflectirendes Engyskop ein Instrument, das Pritchard nach seiner Anleitung verfertigt hatte, wozu aber von Cuthbert, der sich lange mit der Anfertigung Gregorianischer Teleskope beschäftigt hatte, mehrere metallene Objectivspiegelchen geschliffen wurden. Vom ursprünglichen Amici'schen Mikroskope unterschied sich dieses katadioptrische Mikroskop wesentlich dadurch, dass das katoptrische Objectiv mit solchen von anderer Brennweite vertauscht werden konnte, ganz wie bei den dioptrischen Objectiven. Auch hatten die von Cuthbert geschliffenen elliptischen Spiegelchen eine weit kürzere Brennweite und einen grösseren Oeffnungswinkel als die Amici'schen, wie man aus folgender Tabelle der katoptrischen zugehörigen Objective ersieht:

Objective.	Brennweite.	Oeffnungswinkel.
Nr. 1	2 Zoll = 50,8mm	$13^3/_4{}^0$
2	1 „ = 25,4 „	$18^1/_2$
3	0,8 „ = 20,3 „	$27^1/_2$
4	0,3 „ = 7,6 „	$36^1/_2$
5	0,4 „ = 10,2 „	$41^1/_4$
6	0,3 „ = 7,6 „	55

Das von Pritchard verfertigte Instrument ist Fig. 132 dargestellt. Das Mikroskoprohr ruht auf einer runden Säule mit dem Charnier *a* nach oben, damit seine Neigung verändert werden kann. An der dreiseitigen Stange *p* lässt sich der Spiegel und der Objecttisch auf- und niederschieben und zur feineren Einstellung des letztern dient die Schraube *k*. — In Fig. 133 ist ein einzelnes katoptrisches Objectiv in der natürlichen Grösse dargestellt. Bei *c* befindet sich der elliptische Spiegel, bei *d* das kleinere ebene Spiegelchen und darunter die Oeffnung *f*. Das engere Rohr mit den beiden Spiegeln ist an ein weiteres Rohr geschraubt, welches an das Ende des Mikroskoprohres kommt. Wird das Objectiv

nicht gebraucht, so zieht man das eine Rohr aus, dessen Rand bei *b* gesehen wird, und das Stück *e* kommt über die Oeffnung *f*, wodurch der Spiegel beschattet wird.

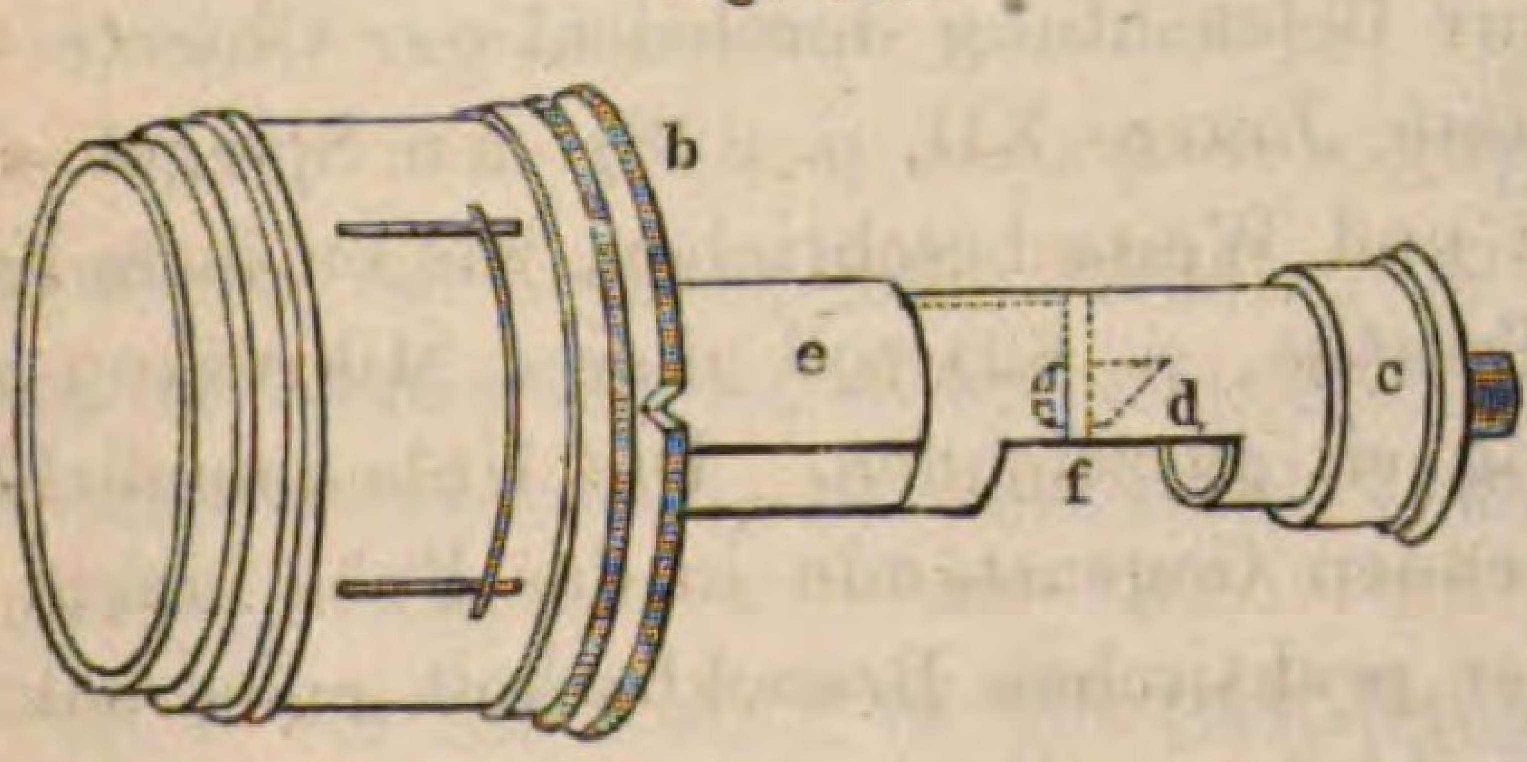
Fig. 132.



Katadioptrisches Mikroskop von Pritchard.

Zu diesem Gestell gab Pritchard auch aplanatische Objectivsysteme mit einem darüber befindlichen rechtwinkeligen Prisma, die in gleicher Weise wie die katoptrischen Objective benutzt wurden, so dass das Ganze also gleichzeitig ein zusammengesetztes dioptrisches und ein katadioptrisches Mikroskop darstellte.

Fig. 133.



Dazu gehöriges katoptrisches Objectiv von Cuthbert.

Auf Pritchard's Preiscourant stand dieses Instrument mit 18 bis 35 Pfund. Mit dem vollständigen Systeme der erwähnten kata-

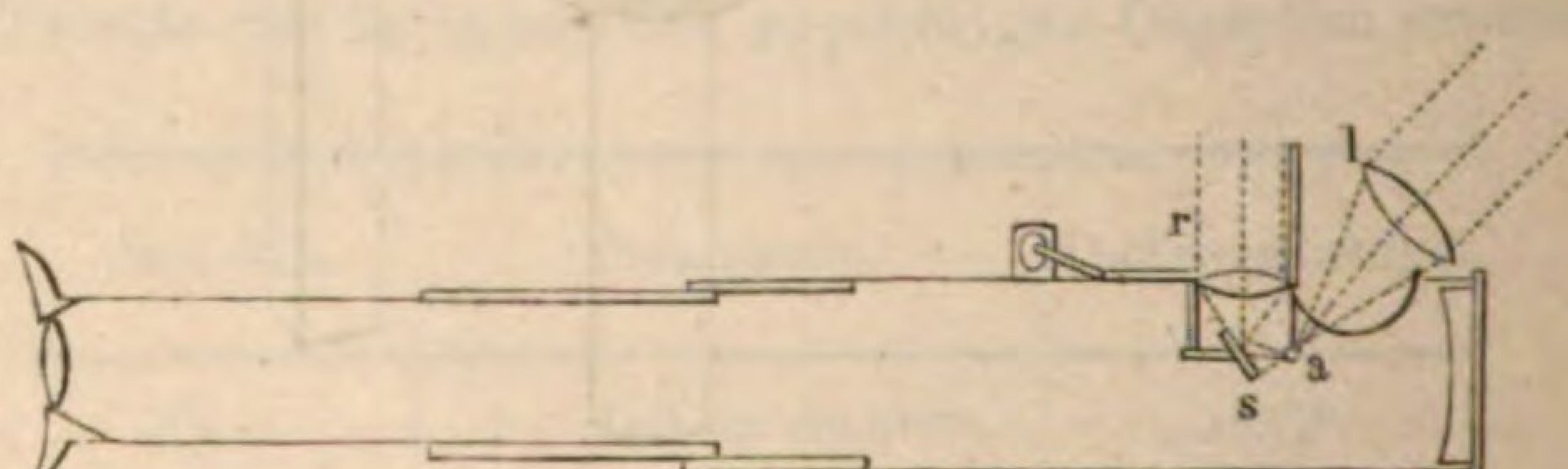
dioptrischen Objective war es aber schon 1837 nicht mehr zu bekommen, weil Cuthbert, der Einzige, der bis dahin elliptische Spiegelchen von so kurzer Brennweite verfertigt hatte, in Folge einer Schwächung des Sehvermögens dazu ausser Stand gesetzt war. Ueber das optische Vermögen solcher Mikroskope erfahren wir von Goring (*Micrographia*, p. 163), dass er mit einem katadioptrischen Objective von 55° Oeffnung und 0,3 Zoll Brennweite alle Arten von Linien auf den Schüppchen von *Pieris brassicae* mit grosser Deutlichkeit sehen konnte.

Goring bemerkt noch, man könne eine Oeffnung in den elliptischen Spiegel machen und in diese ein schwaches zusammengesetztes dioptrisches Mikroskop bringen, welches dann als Sucher diente, um die Objecte in die Mitte des Gesichtsfeldes zu bringen.

75 In den letzten drei Decennien sind noch vielfach andere katadioptrische Mikroskope in Ausführung oder doch in Vorschlag gekommen. So weit sie mir bekannt geworden sind, will ich ihrer noch gedenken.

Im Jahre 1832 beschrieb Pott (*Edinb. Journ. of Sc.* 1832. Nr. II, p. 61) das in Fig. 134 dargestellte Instrument, welches darin von den vorhergehenden abweicht, dass die Objecte in das Mikroskoprohr selbst

Fig. 134.



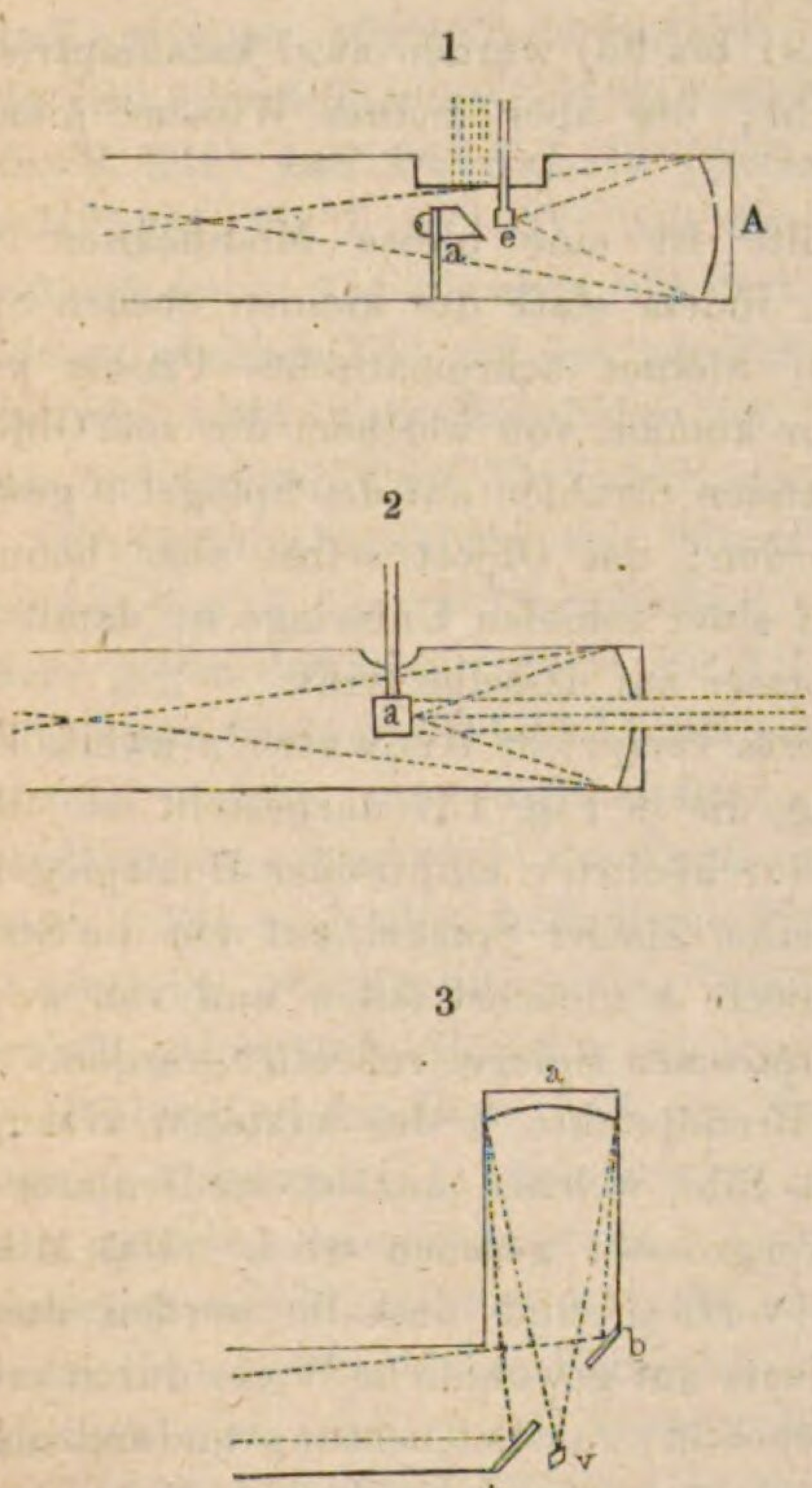
Katadioptrisches Mikroskop von Pott.

(bei *a*) gebracht werden. Die Einrichtung ist eigentlich die von Newton vorgeschlagene, nur darin modificirt und verbessert, dass die Linse *l* zur Beleuchtung bei auffallendem Lichte angebracht ist, die Linse *r* aber und das ebene Spiegelchen *s* zur Beleuchtung durchsichtiger Objecte dienen. Späterhin hat Pott (*Edinb. Journ.* XII, p. 228) den Spiegel auch elliptisch gemacht und die Art und Weise beschrieben, wie er diese Form erzielte. Nach Brewster (*Treatise*, p. 82) soll dieses Mikroskop sich durch grosse Schärfe und Helligkeit auszeichnen. Die Unbequemlichkeit indessen, dass die zu beobachtenden Gegenstände in das Rohr hinein gebracht werden müssen, wird der praktischen Brauchbarkeit eines solchen katadioptrischen Mikroskopes wohl immer Schranken setzen.

Auch William Tulley, der bekanntlich zuerst achromatische Objective in England verfertigte, hat mehrere Arten katadioptrischer Mi-

kroskope erfunden, deren Beschreibung bei Goring (*Micrographia*, p. 40) zu finden ist. In Fig. 135 sind drei Durchschnitte jenes Rohrtheiles, worin die Spiegel enthalten sind, dargestellt. Die dabei zu verwendenden Oculare sind übrigens auf gewöhnliche Art zusammengesetzt.

Fig. 135.



Katadioptrische Mikroskope von Tulley.

Nr. 1 stimmt ziemlich überein mit dem eben beschriebenen Instrumente Pott's. *A* ist der elliptische Spiegel; bei *e* befindet sich das Object und bei *a* ein kleines Spiegelchen zu dessen Beleuchtung.

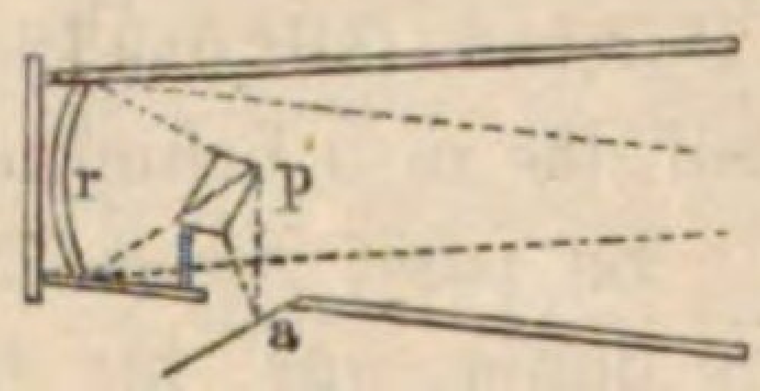
Nr. 2 hat einen Spiegel mit einer mittleren Oeffnung, wie beim Gregorianischen Teleskope. Dadurch fällt das Licht direct auf das in *a* befindliche Object. Es passt diese Einrichtung daher nur für Objecte, die bei auffallendem Lichte betrachtet werden. Doch würde es gerade nicht schwer fallen, sie mit der vorigen zu verbinden und den Apparat auch für durchsichtige Objecte einzurichten. Uebrigens ist dieses Mikroskop das einzige, womit die Objecte durch senkrecht auffallende parallele Strahlenbündel beleuchtet werden können, während bei allen anderen Beleuchtungsweisen für undurchsichtige Objecte die Strahlen in schiefer oder convergirender Richtung auftreffen. Wenn auch diese letzteren wegen der entstehenden Schatten in der Mehrzahl der Fälle den Vorzug verdienen mögen, so kommen doch ohne Zweifel auch Fälle vor, wo Einzelnheiten gerade bei senkrecht auffallendem Lichte am deutlichsten hervortreten.

Nr. 2 wie Nr. 1 sind in der Beziehung unbequem, dass das Object in das Mikroskoprohr kommen muss, und deshalb verdient die in Nr. 3 dargestellte Einrichtung den Vorzug. Hier befindet sich das Object ausserhalb des Rohres bei *v* und schickt die Lichtstrahlen auf den elliptischen Hohlspiegel *a*. Von diesem werden sie auf den eirunden ebenen

Spiegel *bb* reflectirt, der für die vom Objecte kommenden Strahlen durchbohrt ist; von diesem reflectiren sie aber wieder unter einem Winkel von 45⁰ auf das Ocular. Gleichwohl steht auch diese Einrichtung der Amici'schen nach, weil sich ein katoptrisches Objectiv von so kurzer Brennweite, als hierzu erforderlich ist, nur sehr schwer herstellen lässt.

Von Brewster (*Treatise*, p. 91 bis 93) wurden zwei katadioptrische Mikroskope in Vorschlag gebracht, die aber meines Wissens niemals in Ausführung gekommen sind.

Fig. 136.

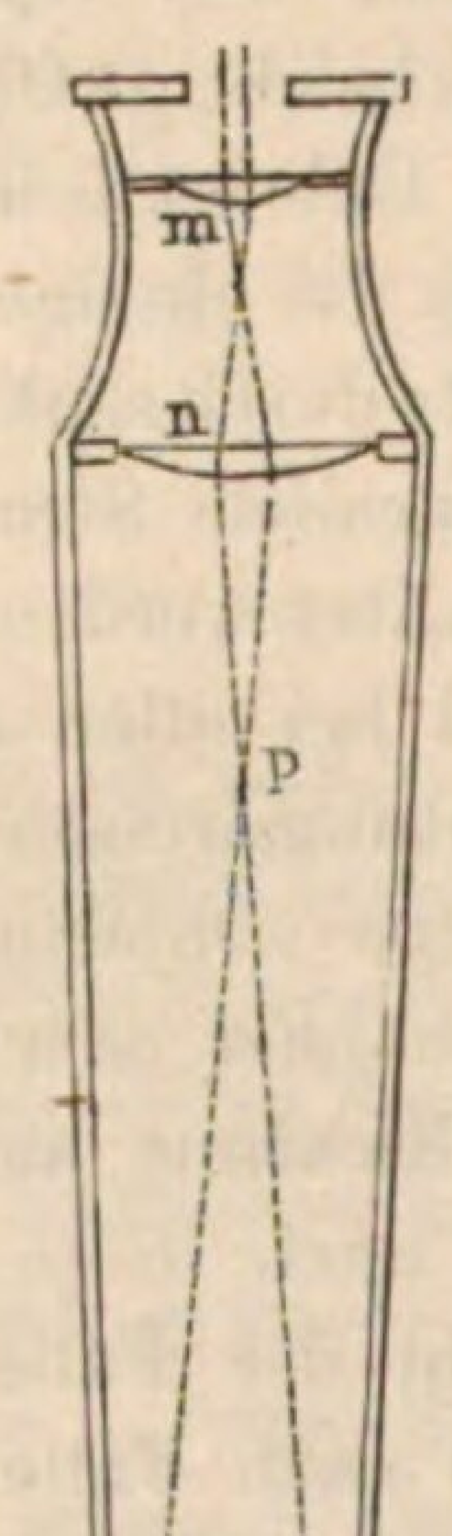


Katadioptrisches Mikroskop nach Brewster.

Das in Fig. 136 dargestellte ist eine blosse Modification von Amici, indem statt des kleinen ebenen Spiegels ein kleines achromatisches Prisma *p* in das Rohr kommt, von welchem die vom Objecte ausgehenden Strahlen auf den Spiegel *r* geworfen werden; das Object selbst aber befindet sich auf einer schiefen Unterlage *a*, damit das Licht besser auf dasselbe trifft.

Besseres verspricht Brewster's zweite Einrichtung, die in Fig. 137 dargestellt ist. Hier ist *a* ein durchbohrter elliptischer Hohlspiegel, *b* aber ein kleiner ebener Spiegel, auf den die Strahlen vom Objecte *c* zunächst fallen und von wo sie auf den elliptischen Spiegel reflectirt werden. Im entfernten Brennpunkte *p* des letzteren erzeugen sie dann das Bild, welches mittelst des Oculares *mn* weiterhin vergrössert gesehen wird. Das Mikroskop steht vertical und deshalb werden durchsichtige Objecte auf gewöhnliche Weise durch einen Spiegel beleuchtet; zur Beleuchtung undurchsichtiger Objecte dagegen dient ein kleines Hohlspiegelchen *k*. In *bak* ist demnach ein katoptrisches Objectiv gegeben, das abwechselnd mit anderen, namentlich auch dioptrischen Objectiven gebraucht werden kann. In der That scheint diese Einrichtung unter allen, die man erdacht hat, die meisten Vorzüge in sich zu vereinigen.

Fig. 137.



Katadioptrisches Mikroskop nach Brewster.

Endlich wurde noch in England vor mehreren Jahren von Guthrie (*Microscopic. Journ.* 1841. I, p. 15) eine Modification des Amici'schen Mikroskopes vorgeschlagen, die aber von den Vorschlägen von Pott und Tulley nicht sehr abzuweichen scheint. Er hat ebenfalls das ebene Spiegelchen

entfernt und das Object in ein Rohr gebracht, zugleich aber jenen Theil des Rohres, der sich zunächst dem Spiegel befindet, durch drei kleine Säulen ersetzt und an eine davon den Objecttisch befestigt, der durch eine Schraube dem Spiegel mehr genähert oder weiter davon entfernt werden kann.

In Italien haben sich nach Amici noch Andere auf die Herstellung 76
katadioptrischer Mikroskope verlegt, namentlich Cavalleri (*Atti della sesta reunione degli scienziati italiani.* 1845, p. 42, u. Mohl's *Mikrographie*, S. 248) und Barnabita (*Notizen a. d. Geb. d. Natur- und Heilkunde*, 1847. Nr. 7, S. 103). Aus den Beschreibungen ihrer Instrumente, die durch keine Abbildungen erläutert sind, ersieht man, dass entweder beide zu gleicher Zeit auf den nämlichen Gedanken gekommen sind, oder dass, was wohl wahrscheinlicher ist, der Letztgenannte Cavalleri benutzt und nur ein Paar Veränderungen angebracht hat.

Professor Cavalleri von Monza benutzt einen verticalen Glascylinder von 9 Linien Durchmesser. Die untere Basis des Cylinders, welche gegen das Object sieht und 7 Linien davon entfernt ist, erscheint nach aussen concav; sie besteht aus einer mittleren sphärischen Höhlung (*calotta*), welche von einer anderen weniger gekrümmten sphärischen Oberfläche umgeben wird; das Centrum beider liegt in der Axe des Cylinders. Die nach oben befindliche Fläche des Cylinders besteht aus zwei mit einander übereinstimmenden Theilen: eine in der Mitte befindliche schwach gekrümmte Höhlung ist von einer convexen Fläche umgeben. Die Höhlung an der Basis und der hohle Theil der Oberfläche sind mit Stanniol überzogen, so dass erstere einen convexen, der letztere aber einen concaven Spiegel darstellt. Cavalleri giebt selbst an, dass sein Mikroskop nichts anderes ist, als ein nach kleinem Maassstabe ausgeführtes Cassegrain'sches Fernrohr. Er kann es 4 Zoll lang machen, und doch noch eine starke Vergrösserung bekommen. Ein vom Objecte ausgehendes Lichtbündel beschreibt innerhalb des Glases einen Weg, der aus drei geraden Linien zusammengesetzt ist, und beim Ein- und Austritte findet keine auffallende Brechung statt, da die Strahlen in beiden Fällen auf die Oberflächen ziemlich senkrecht fallen.

Die Beschreibung, welche Barnabita von seinem Mikroskope gegeben hat, stimmt in den Hauptpunkten damit überein. Es ist ebenfalls ein cylindrisches Glas, dessen dem Objecte zugekehrte Grundfläche concav ist; die Krümmung ist von der Entfernung des Objects abhängig. In der Mitte befindet sich eine kleine tiefere Aushöhlung, deren Krümmung durch Berechnung bestimmt wird; sie ist mit Spiegelfolie belegt. Das obere Ende des Cylinders ist convex und ebenfalls mit Folie belegt; die Krümmung muss hier ebenfalls durch Rechnung gefunden werden. In der Mitte dieser Oberfläche befindet sich eine kleine nicht mit Folie

belegte Höhle, deren Krümmung bestimmt wird durch die Entfernung des Bildes von jenem, welches durch die vom untersten kleinen Spiegel nach oben reflectirten Strahlen gebildet wird. Das erzeugte Bild wird dann auf gewöhnliche Weise durch ein Ocular mit zwei Gläsern vergrössert betrachtet.

Aus den letzten Zeilen der Beschreibung erhellt der zwischen beiden Mikroskopen vorkommende alleinige Unterschied. Cavalleri benutzt seinen Glascylinder mit den zwei spiegelnden Oberflächen wie ein einfaches Mikroskop; Barnabita dagegen hat ein katadioptrisches Objectiv für ein zusammengesetztes Mikroskop daraus gemacht. Offenbar lässt sich das Instrument mit Vortheil auch in kleinerer Form herstellen, als es Cavalleri gethan hat.

In einem solchen katadioptrischen Objective nehmen die Strahlen folgenden Weg. Das Object wird durch einen Spiegel auf gewöhnliche Weise beleuchtet und seine Strahlen gehen ungebrochen von der untersten concaven Fläche zur obersten convexen Fläche. Hier werden die Strahlen reflectirt, sie fallen auf den kleinen convexen Spiegel der unteren Fläche, verlaufen von hier wiederum durch den concaven Theil der oberen Fläche ohne Brechung nach oben und bilden dann oben das vergrösserte Bild.

Ohne Zweifel liegt dieser Einrichtung des katadioptrischen Mikroskopes ein guter Gedanke zu Grunde, und dergleichen katoptrische Objective würden wohl den wesentlichen Vorzug haben, dass sie in kleinem Maassstabe sich herstellen lassen und mithin stark vergrössern. Indessen darf man bezweifeln, dass sie Eingang finden würden, weil es ungemein schwierig, um nicht zu sagen unmöglich ist, den concaven und convexen Glasoberflächen, deren man sich hier als Spiegel bedienen muss, eine elliptische Krümmung zu geben, ohne welche doch an eine vollständige Verbesserung der sphärischen Aberration nicht zu denken ist.

77 Endlich habe ich noch eines von Doppler (*Ueber eine wesentliche Verbesserung der katadioptrischen Mikroskope.* Prag 1845) gemachten Vorschlags zu gedenken, von dem schon früher (I, §. 172) die Rede war, wo die theoretischen Gründe dafür erörtert wurden. Doppler kommt nämlich zu dem Schlusse, die passendste Krümmung für den Spiegel eines katadioptrischen Mikroskopes habe man nicht in den Scheiteltheilen, sondern in den zwischenliegenden Partien einer Ellipsoidoberfläche. Das hierdurch entstehende Bild, meint er, müsse ganz scharf und bestimmt und frei von allen Aberrationen sein; er giebt sich daher ganz ernstlich dem Gedanken hin, ein Haus ausdrücklich für ein solches Mikroskop herzustellen, und er liefert auch einen Durchschnitt desselben. Nach dieser Abbildung sollte das Haus aus zwei Vertiefungen bestehen. In einem Zimmer, am Ende der unteren Vertiefung, befindet sich der Objecttisch,

auf dem die Objecte mittelst einer sehr grossen Linse beleuchtet werden, welche das Licht einer Hydrooxygengasflamme auf Kalk concentrirt. Ein Laboratorium zur Bereitung der Gase findet sich zunächst dem Objecttischzimmer. Die Decke des letzteren hat eine Oeffnung, durch welche die vom Objecte kommenden Strahlen auf den schief stehenden elliptischen Spiegel fallen, der sich mithin in der zweiten Vertiefung und zwar am Ende eines langen Ganges befindet. Dieser Gang stellt hier das Mikroskoprohr vor. An seinem anderen Ende befindet sich das Ocular, wodurch Doppler die Objecte 20000 Mal vergrössert sehen will.

Auf die Unausführbarkeit eines solchen Vorschlages brauche ich hier wohl nicht näher einzugehen. Hätte Doppler neben seinem theoretischen Wissen praktische Kenntnisse des Mikroskopes besessen, so würde er wohl mit seinem Plane und dem Aufrufe an die deutschen Fürsten zur Herstellung eines so riesigen katadioptrischen Mikroskopes zurückgehalten haben.

Aus dem Vorstehenden ist ersichtlich, dass vielerlei zum Theil ganz 78
verschiedenartige Versuche gemacht worden sind, den Hohlspiegel als katoptrisches Objectiv zu verwenden, und dass auch in der neueren Zeit, wo das dioptrische Objectiv zu so hoher Vollkommenheit gelangt ist, Manche den Muth noch nicht verloren haben, dasselbe durch ein katoptrisches Objectiv zu ersetzen. Die Vortheile und Nachtheile dieser beiden Objectivarten wurden schon oben (I, §. 174) von theoretischer Seite und nach Maassgabe der Erfahrung auseinandergesetzt und daraus wurde der Schluss gezogen, dass die dioptrischen Mikroskope für jetzt wenigstens wahrscheinlich nicht durch die katoptrischen verdrängt werden dürften. Den dort angeführten Gründen habe ich hier noch folgenden hinzuzufügen. In dem durch einen vollkommen elliptischen Spiegel erzeugten Bilde ist die sphärische Aberration zwar vollständig aufgehoben; aber wenn dies auch theoretisch ganz wahr ist, so ist es doch in der praktischen Ausführung nur annäherungsweise möglich. Es giebt keine Instrumente, wodurch der Arbeiter mit einiger Zuverlässigkeit in den Stand gesetzt würde, den erforderlichen kleinen Spiegelchen eine bestimmte Krümmung zu geben, ja wenn auch dergleichen Instrumente erfunden wären, sie würden wahrscheinlich nicht immer hierzu verwendbar sein. Alles kommt demnach auf die Geduld und die Geschicklichkeit des Arbeiters an, oder vielleicht auch auf den Zufall, der ihm günstig oder ungünstig sein kann. Anders steht es mit den dioptrischen Objectiven, wie sie jetzt geliefert werden. Nur bis zu einem gewissen Punkte hat es der Arbeiter auch hier in seiner Macht, die Aberrationen in den einzelnen Doppellinsen zu verbessern. Ist dies aber geschehen, dann vereinigt er zwei, drei oder selbst vier von diesen nicht vollkommen verbesserten Doppellinsen zu einem Systeme, er verändert ihren wechselseitigen Ab-

stand so lange, bis sie zusammen ein scharfes und helles Bild zu geben scheinen, und damit ist das dioptrische Objectiv fertig, gewiss innerhalb eines weit kürzeren mittleren Zeitraumes, als ein katadioptrisches Objectiv von gleicher relativer Vollkommenheit sich herstellen lässt. Dazu kommt noch, dass man nicht erwarten darf, jemals katoptrische Objective von so kurzer Brennweite und mit so grossem Oeffnungswinkel zu Stande zu bringen, wie man es jetzt bei den aplanatischen Linsensystemen auszuführen vermag. Das stärkste vergrössernde Spiegelchen, welches Cuthbert herstellte, hatte 7,6 Millim. Brennweite und nur 55° Oeffnungswinkel; die neueren Linsensysteme aber haben eine vier- bis fünfmal kleinere Brennweite und einen mehr denn dreimal so grossen Oeffnungswinkel.

Achter Abschnitt.

Das Bildmikroskop.

Schon einige Male bin ich im Falle gewesen, allgemein verbreitete 79
Irrthümer in der Geschichte der mikroskopischen Instrumente aufzudecken. Wir haben gesehen, dass durch falsche Uebersetzung dem ersten Mikroskope von Hans und Zacharias Janssen eine ungeheuerliche Länge zugeschrieben wurde (S. 97), dass die von Leeuwenhoek erfundenen Hohlspiegelchen zur Beleuchtung undurchsichtiger Objecte mit Unrecht zu einer Erfindung Lieberkühn's gestempelt wurden (S. 39), dass Fraunhofer ohne Grund allgemein als der erste Verfertiger achromatischer Objective angesehen wird, da ihm hierin zwei Holländer vorausgegangen sind, von denen wenigstens der eine eine Beschreibung seines Mikroskopes hat drucken lassen (S. 133). Der stärkste Irrthum waltet nun aber ob in Betreff des ersten Erfinders des Sonnenmikroskopes. Alle neueren Autoren haben Baker nachgeschrieben, dass Lieberkühn dasselbe eigentlich erfunden, Cuff aber durch Hinzufügen des Spiegels dasselbe verbessert habe, und dass diese Verbesserung ins Jahr 1738 falle. Wir werden jedoch sehen, dass das Sonnenmikroskop mit dem Spiegel schon viel früher bekannt war und beschrieben worden ist.

Die eigentliche Geschichte dieses Instrumentes beginnt mit der Er- 80
findung der Laterna magica. Es ist die Meinung aufgestellt worden (*Encyclop. Brit.* Ed. 6, XIV, p. 173), bei Porta*) fänden sich bereits Andeutungen über deren Zusammensetzung. Richtiger nimmt man aber

*) In Porta's *Magia naturalis* findet sich nichts, was darauf hinwiese. Seine Schrift *De refractione optica*, welche 1583 erschienen ist, habe ich zwar nicht nachsehen können. Da indessen Libri, der sonst niemals versäumt, die Entdeckungen seiner Landsleute in den Vordergrund zu stellen, ganz darüber schweigt, so glaube ich annehmen zu dürfen, dass dies eine ganz falsche Annahme ist.

wohl an, dass sie zuerst von Kircher in dessen *Ars magna lucis et umbrae* beschrieben worden ist, wovon die erste Ausgabe im Jahre 1646 erschien. Bereits damals war Kircher auf den Gedanken gekommen, statt einer Lampe das Sonnenlicht zu benutzen, welches durch einen Metallspiegel aufgefangen wurde*). Auf die Oberfläche dieses Spiegels wurden verschiedene Dinge gemalt, die sich vergrössert auf der gegenüberstehenden Wand darstellten, wenn die Lichtstrahlen durch eine convexe Linse in ein dunkles Zimmer geleitet wurden. Er benutzte dazu auch wohl lebende Insecten, die er auf den vorher mit Honig bestrichenen Spiegel brachte, um ihre Bewegungen dadurch zu verlangsamen. Auch steckte er wohl eine Fliege oder ein anderes Insect an eine Nadel, und hielt dann hinter den Spiegel einen Magnet, den er hin- und herbewegte, um dadurch die Bewegungen des Thieres nachzumachen. Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass sein Apparat aus einem horizontalen Brettchen bestand, welches an dem einen Ende den Spiegel trug, der sich um eine Axe drehte; die Linse aber kam in die geforderte Entfernung mittelst einer länglichen Aushöhlung in dem nämlichen Brettchen, worin der die Linse tragende Bügel sich auf- und niederbewegte. Dieser Apparat wurde vor eine Oeffnung des dunkel gemachten Zimmers gehalten und der Spiegel so geneigt, dass die Sonnenstrahlen durch die Linse und durch die Oeffnung fielen. Wie unvollkommen dieser Apparat auch war, offenbar ist er das Sonnenmikroskop in der allereinfachsten Form. Es gehörte aber kein grosser Scharfsinn dazu, denselben entschieden zu verbessern, was auch schon nach einigen Jahren geschehen ist. In Zahn's

*) Ich habe blos die zweite Auflage (Amstelod. 1671) benutzen können, wo pp. 768, 793 u. 794 die betreffenden Angaben gefunden werden. Man ersieht aber aus p. 768, dass Kircher bereits von diesen Mitteln Gebrauch machte, als er die erste Ausgabe seines Buches besorgte. Wilde (*Gesch. d. Optik*, I, S. 294) bezweifelt, dass Kircher die Laterna magica erfunden habe, weil Dechales (*Mundus mathematicus*, Ed. 2. 1690, III, p. 696) angiebt, ein Däne habe ihm schon 1665 eine Laterna magica mit zwei convexen Gläsern gezeigt, und Kircher habe die seinige zwar in der zweiten Ausgabe seiner *Ars magna lucis et umbrae* von 1671 beschrieben, nicht aber in der Ausgabe von 1646. Nun giebt aber Kircher in der zweiten Ausgabe (p. 768) ausdrücklich an, dass er die Laterna magica bereits in der früheren Ausgabe beschrieb, und fügt hinzu, der Däne Thomas Walgenstein habe sie weiterhin verbessert; nur ist aus seinen Worten schwer zu entnehmen, worin diese Verbesserung eigentlich bestanden hat. Vorläufig, bis ich Gelegenheit finden werde, die Ausgabe von 1646 zu vergleichen, oder bis ich das dort Vorkommende irgendwo anders genauer beschrieben finde, glaube ich also Kircher als den Erfinder gelten lassen zu müssen. Noch von einem Anderen wird Kircher die Ehre der Erfindung streitig gemacht. Kolhans (*Neuerfundene mathematische und optische Curiositäten*. Leipzig 1676, S. 318) schreibt nämlich diese Erfindung dem Nürnberger J. F. Grindl zu, von dessen zusammengesetztem Mikroskope oben (S. 103) die Rede war. Dieses Zeugniss dürfte aber von zu spätem Datum sein, als dass viel Gewicht darauf zu legen wäre.

Oculus artificialis von 1687 wird die Laterna magica als wahres Mikroskop bezeichnet, wodurch man kleine Insecten und Wasserthierchen vergrössert sehen könne, und statt des Lampenlichts wird das Sonnenlicht empfohlen, das mittelst eines ebenen Spiegels aufgefangen und dirigirt werden soll *).

Das Sonnenmikroskop war so nach allen seinen wesentlichen Bestandtheilen bekannt. Von späterem Datum scheint einzig und allein die Beifügung der Beleuchtungslinse zu sein, um die Benutzung von stärkeren Linsen, als gewöhnlich bei der Laterna magica in Gebrauch sind, möglich zu machen. Da aber genauere Angaben über die Vergrösserung der ersten Sonnenmikroskope fehlen, so hält es schwer, irgend etwas Bestimmtes hierüber anzugeben.

Erst ein halbes Jahrhundert später wurde das Sonnenmikroskop als 81
sogenanntes Camera-obscura-Mikroskop allgemein bekannt. Der in Danzig geborene Fahrenheit, welcher seit 1701 in Amsterdam lebte, woselbst er auch 1736 gestorben ist, hatte einige Zeit vor seinem Tode

*) Zahn schreibt Fund. III, p. 255: *Cum in Lucerna megalographica veri microscopii speciem habeamus, in qua etiam minima reposita plurimum tamen aucta in trajecta imagine repraesentari possunt, haud aliter imagines objectorum minutorum adhibitis aliis microscopiis in oculum trajectae multo majores ipsis objectis depingi solent, sic etiam in Lucerna magica, si minutissima animalcula in loco vitri plani deponantur, eadem mirifice aucta in pariete vel quocunque plano dealbato repraesentari poterunt.* Er empfiehlt dazu zwei Täfelchen von Glas oder Glimmer, zwischen die ein Ring eingeschoben wird, und fährt dann weiter fort: *Cum solis radii idem praestare possint, quod lampadis lumen a speculo reflexum, si in tubum ita duo vitra lenticularia, prout in lucerna magica fieri debet, reponantur, et quaecunque minuta objecta, veluti muscae aliaque animalcula in loco imaginis collocentur tubusque soli in obscurato conclavi ita obvertatur, ut radii ad parietem vel quodcunque planum dealbatum trajici possint, haberi poterit illius minuti objecti appositi imago multo major aeque in pariete albo, prout per lucernam fieri solet. Quod si etiam non satis commode tubus directe soli obverti queat, poterunt debiti praetento speculo plano radii intus non obscurato conclavi ad quemcunque peritum locum traduci pro imagine ibidem efformanda.*

Wahrscheinlich ist aber Dechales bereits vor Zahn darauf gekommen, die Laterna magica als Sonnenmikroskop zu benutzen. In dessen *Cursus s. Mundus mathematicus*, Ed. 2. 1690, wird p. 696 erwähnt, dass ein gelehrter Däne, welcher 1665 durch Lyon kam, dort die Laterna magica zeigte, und p. 698 heisst es dann: *Microscopium habes in hujusmodi machina, quod tamen ad usum revocare poteris sine illa. Si enim tubo eadem vitra inseras, nempe primum* 5, *secundum digitorum* 10, *primoque imponas muscam aut quodcunque objectum minutum, tum illud soli obvertas, ut transmittatur solis radius in opposito pavimento, habebis illius objecti imaginem. Nam solis radius idem praestat quod lumen a sole reflexum.* Da er nun p. 696 schreibt: *hoc anno* 1665, so scheint aus dem ganzen Zusammenhange soviel hervorzugehen, dass er bereits in diesem Jahre mit der Benutzung der Laterna magica als Sonnenmikroskop vertraut war.

ein solches Instrument verfertigt. Lieberkühn hat es bei George Clifford und bei Hendrik de Raad in Amsterdam gesehen, lange bevor er sich nach England begab; er machte dasselbe nach, zeigte es auf seinen Reisen verschiedenen Gelehrten und galt dann als der Erfinder *).

Das Sonnenmikroskop Lieberkühn's, also auch Fahrenheit's, war wenigstens in Einer Beziehung unvollkommener als die früheren Instrumente; es hatte keinen Spiegel, und musste deshalb immer der Sonne zugekehrt werden, was natürlich nicht so leicht war. Durch den englischen Instrumentenmacher Cuff wurde der Spiegel hinzugefügt, oder richtiger wieder eingeführt.

Ich habe nun die mancherlei erfundenen Sonnenmikroskope anzuführen; die erläuternden Abbildungen glaubte ich aber um so eher weglassen zu dürfen, da die Bildmikroskope für die eigentliche Wissenschaft immer nur eine sehr untergeordnete Bedeutung haben werden.

Die ersten Sonnenmikroskope hatten eine hölzerne Platte; die Drehbewegung des Spiegels geschah durch eine Schnur, die in der Rinne jener Scheibe verlief, auf welche der Spiegel befestigt war, und höher oder tiefer wurde derselbe je nach dem Stande der Sonne mittelst eines dicken Messingdrahtes gestellt, der durch eine Oeffnung der Scheibe ging und mit einem kleinen beweglichen Arme am Spiegel verbunden war. Zur Vergrösserung benutzte man das Wilson'sche einfache Mikroskop.

Einige Jahre später, als das Sonnenmikroskop mehr Eingang gefunden hatte, wurden diese Bewegungen verbessert. Man machte die Platte und die bewegliche Scheibe von Messing, und die letztere bekam Zähne, so dass sie durch eine Schraube ohne Ende umgedreht werden konnte. Diese Einrichtung findet sich an den Sonnenmikroskopen des Johannes Paauw in Leyden, die man bei Musschenbroek (*Introductio ad philosophiam naturalem.* Lugd. Bat. 1762, p. 790. Tab. XIV, Fig. 7) abgebildet findet, desgleichen an dem Instrumente von Wieden-

*) Diese Angaben stützen sich auf eine Anmerkung in der holländischen Uebersetzung von Baker's *Microscope made easy*, worin der Uebersetzer (und Herausgeber?) den Angaben Baker's, dass Lieberkühn der Erfinder sei, die angegebenen Thatsachen entgegenstellt. Es genügt aber diese Anmerkung wohl zum Beweise, dass Lieberkühn nur nach dem Muster von Fahrenheit sein Sonnenmikroskop verfertigte, welches er dann als der Erste auf seinen Reisen vorzeigte, wodurch sich die Ansicht verbreitete, dass er auch der Erfinder sei. Jene holländische Uebersetzung ist im Jahre 1744 erschienen, also wenige Jahre nach dem Zeitpunkte, auf welchen die Erzählung hinweist, wo wahrscheinlich die meisten der erwähnten Personen, mit Ausnahme Fahrenheit's, noch am Leben waren, so dass also an eine absichtliche Erfindung nicht wohl zu denken ist. Zudem hat der Verfasser jener Anmerkung nur günstige Gesinnungen gegen Lieberkühn, indem er ihm eben darin mit Unrecht die Erfindung der reflectirenden Spiegelchen zur Beleuchtung undurchsichtiger Objecte zuschreibt. Uebrigens sei hier bemerkt, dass Lieberkühn selbst nirgends in Schriften sich für den Erfinder des Sonnenmikroskopes ausgegeben hat.

burg (*Beschreibung eines verbesserten Sonnenmikroskops.* Nürnb. 1758). Letzterer verfertigte und beschrieb auch einen Apparat, um statt der Sonne ein Kerzenlicht verwenden zu können; das ist aber nichts anderes als eine sorgfältig gearbeitete Laterna magica. Sonderbarer Weise schreibt er S. 7: Die erste Erfindung des Sonnenmikroskopes sind wir wohl den Engländern schuldig, gleichwohl aber haben es die Deutschen ungleich stark verbessert. Freilich nennt er aber auch S. 4 den Borellus unter jenen, denen die Erfindung des Mikroskopes zugeschrieben wird.

82 Inzwischen erkannte man auch, dass das Sonnenmikroskop bei besonderer Einrichtung recht gut dazu dienen kann, Zeichnungen mikroskopischer Objecte zu machen. Dahin gehört die Einrichtung von G. F. Brander (*Kurze Beschreibung einer ganz neuen Art einer Camerae obscurae, ingleichen eines Sonnenmikroskops, welches man bequem aller Orten hinstellen und ohne Verfinsterung des Zimmers gebrauchen kann.* Augsb. 1767), nämlich ein viereckiger pyramidenförmig zulaufender Kasten, an dessen schmaler Seite das Mikroskop mit den Linsen und dem dazwischen gebrachten Objecte befindlich war, während das vergrösserte Bild auf der entgegengesetzten Seite durch einen schief stehenden Spiegel auf ein horizontales mattes Glas reflectirt wurde. Die Sonnenstrahlen wurden durch keinen Spiegel aufgefangen und musste der ganze Kasten der Sonne zugekehrt werden. Die Mitte des Kastens hing daher zwischen zwei senkrecht stehenden Säulen, so dass er mittelst einer Schnur, die um eine unten befindliche Scheibe lief, unter verschiedenen Winkeln geneigt werden konnte.

In Ledermüller's *mikroskopischen Belustigungen* (III, Taf. 21. IV, Taf. 7) ist ein solcher Apparat von Gleichen's und ein zweiter von Burucker in Nürnberg beschrieben. Ebenso verband Martin (*Description and Use of an opake Solar Microscope*, 1774) sein Sonnenmikroskop mit einer Camera obscura. Weiterhin kommen wir noch auf einige derartige Einrichtungen aus der neueren Zeit.

Eine etwas andere Einrichtung hat das im Jahre 1771 erfundene Lampenmikroskop von Adams (*Essays on the Microscope.* 2 Ed. 1798, p. 64), welches durch dessen Sohn Jones weiterhin verbessert wurde; zum Theil sollte es dem nämlichen Zwecke dienen, dem Zeichnen mikroskopischer Gegenstände. Es besteht aus einem horizontal liegenden, viereckigen, pyramidalen Holzkasten, der auf einem langen Messingstabe ruht. Das Ganze wird von einem passenden Fussstücke getragen. An dem einen Ende des Messingstabes befindet sich der vertical stehende Objecttisch mit den Linsen, wodurch das Licht einer Argand'schen Lampe auf das Object concentrirt wird. Der hölzerne Kasten hat an dem einen Ende ein Rohr zum Anschrauben der Linsen, die das vergrösserte Bild geben; am breiten Ende des Kastens aber ist in verticaler Stellung ein

mattgeschliffenes Glas angebracht, worauf das Bild aufgefangen wird. Die Linse wird dem Objecte durch einen Trieb und eine Schraube ohne Ende genähert, wodurch der ganze Kasten hin- und herbewegt wird.

Später wurden mehrere Verbesserungen in der mechanischen Einrichtung dieses Apparates vorgenommen, und er wurde auch zur Beobachtung undurchsichtiger Objecte eingerichtet.

83 Auch das Sonnenmikroskop selbst erfuhr um diese Zeit Verbesserungen, indem mehrere Apparate zur Beobachtung undurchsichtiger Objecte hinzugefügt wurden.

Lieberkühn soll bereits ein Instrument für undurchsichtige Objecte eingerichtet haben; wenige Wochen vor seinem Tode hat es Aepinus (*Nov. Comment. Ac. Petrop.* IX, p. 316) bei ihm gesehen, doch konnte sich dieser späterhin nicht mehr auf seine Einrichtung besinnen.

Im Jahre 1750 machte Euler (*Nov. Comment. Ac. Petrop.* III, p. 363) einige Verbesserungen an der Laterna magica und am Sonnenmikroskope bekannt, die auf die Beleuchtung undurchsichtiger Objecte Bezug hatten. Er empfiehlt für die Laterna magica zwei elliptische Hohlspiegel, die dergestalt vor das Object kommen sollen, dass sich die Lampe in dem einen Brennpunkte des Spiegels befindet, das Object aber in dem andern Brennpunkte. Beim Sonnenmikroskope schlägt er vor, eine Linse dergestalt in schiefer Richtung vor das Object und seitlich von demselben zu bringen, dass die durch einen Spiegel aufgefangenen Sonnenstrahlen auf das Object concentrirt werden. Ich weiss nicht, ob diese von Euler vorgeschlagenen Verbesserungen wirklich zur Ausführung gekommen sind, etwa durch Häseler (*Verbesserung der Sonnenmikroskope, der Zauberlaterne und Camera obscura nach Euler.* Holzminden 1779), dessen Schrift ich nicht habe einsehen können.

Im Jahre 1763 beschrieb Aepinus (*Nov. Comment. Ac. Petropol.* IX, pag. 316) einen Apparat zur Beleuchtung undurchsichtiger Objecte mit dem Sonnenmikroskope. Das Wesentliche dabei war, dass am gewöhnlichen Sonnenmikroskope eine Einrichtung angebracht wurde, wodurch das Licht, welches durch die hinter dem Objecte befindliche Linse bereits concentrirt war, von einem ebenen kreisförmigen Spiegelchen aufgefangen wurde, das sich in einer etwas schiefen Stellung vorderhalb und zur Seite des Objects befand und das Licht auf das Object selbst reflectirte.

Ein Jahr später erst beschrieb Zeiher (*Nov. Comment. Ac. Petrop.* X, p. 299) zweierlei Einrichtungen der Art. Aepinus giebt aber selbst an, dass diese Zeiher'schen Einrichtungen bereits bekannt waren, als er die seinige beschrieb. Die eine Einrichtung von Zeiher ist nur für grössere Objecte, wie etwa Münzen, bestimmt: die durch die Beleuchtungslinse concentrirten Strahlen fallen in schiefer Richtung auf eine Ob-

jecttafel, die mit der Axe des Instrumentes einen Winkel von 37° bis 38° bildet. Bei der anderen Einrichtung für kleinere Objecte wird das Licht durch einen durchbohrten Hohlspiegel auf die Oberfläche des Objects concentrirt. Sonnenmikroskope mit einer derartigen mechanischen Einrichtung sind von Hendrik Hen in Amsterdam gefertigt worden, von dessen zusammengesetztem Mikroskope oben (S. 127) die Rede war.

Im Jahre 1774 beschrieb Benjamin Martin (*Description and Use of an opake Solar Microscope.* Lond. 1774) sein Sonnenmikroskop für undurchsichtige Objecte, dessen Einrichtung mit geringen Veränderungen bis auf den heutigen Tag vielfach in Gebrauch geblieben ist. Sie stimmt in der Hauptsache mit Aepinus, denn die Beleuchtung wird durch einen ebenen Spiegel bewirkt, der in schiefer Richtung vorderhalb und zur Seite des Objectes steht und das durch die Objecttivlinse bereits concentrirte Licht auf das Object reflectirt. Nur ist der Martin'sche Spiegel viel grösser und in einen besonderen vierseitigen Kasten eingeschlossen, der am Körper des Mikroskopes angeschraubt wird.

Vor mehreren Jahren beschrieb Pritchard (*Micrographia*, p. 189) das Verfahren eines Amerikaners, den er aber nicht nennt. Statt Einer Beleuchtungslinse werden deren vier genommen und kreisförmig gestellt, und die hierdurch concentrirten Lichtbündel werden von vier Spiegeln aufgefangen, die in schiefer Richtung vor dem Objecte angebracht sind. Indessen ist diese Einrichtung wohl allzu complicirt, als dass sie befriedigen könnte. Die Einrichtung, der Pritchard selbst den Vorzug giebt, ist offenbar die schon beschriebene Zeiher'sche.

Endlich schlug Brewster (*Treatise on the Microscope*, 1837, p. 114) vor, statt der Objectivlinse einen durchbohrten Hohlspiegel zu nehmen. Das Object kann alsdann auf gewöhnliche Weise durch die Beleuchtungslinse an der Hinterseite, die der Concavität des Spiegels zugekehrt ist, beleuchtet werden, und der Hohlspiegel kann als katoptrisches Objectiv dienen, um das Bild zu erzeugen.

Inzwischen blieb das Sonnenmikroskop mit den nämlichen Mängeln 84
behaftet, wie die übrigen dioptrischen Instrumente. Freilich schlug Aepinus 1763 Doublets statt der einfachen Linsen vor, wobei er offenbar durch Euler's Abhandlung über die Verbesserung des einfachen Mikroskopes geleitet wurde, und Martin empfahl einige Jahre später die Benutzung achromatischer Linsen; allein keiner dieser beiden Vorschläge scheint damals zur Ausführung gekommen zu sein. Brewster suchte 1813 das Princip, welches er behufs der Achromatisirung des zusammengesetzten Mikroskopes in Anwendung gebracht hatte (S. 137), auch auf das Sonnenmikroskop zu übertragen. Sein Apparat bestand aus einem kurzen horizontalen Rohre mit einer Oeffnung an der oberen Seite: an dem einen Ende dieses Rohres befand sich eine planconvexe Objectivlinse

mit der convexen Seite nach aussen, das andere Ende derselben aber war durch ein ebenes Glas geschlossen. Nun wurde das Rohr mit einer Flüssigkeit gefüllt und in diese das Object gesenkt, welches auf gewöhnliche Weise durch einen Spiegel und eine Linse beleuchtet wurde. Es braucht wohl kaum darauf hingewiesen zu werden, wie höchst unvollkommen diese Einrichtung war und dass sie nur in wenigen Fällen wirklich in Anwendung kommen konnte. Später belehrte dann Robison (Goring und Pritchard, *Micrographia*, p. 170), welche Vortheile es hat, wenn statt der gewöhnlichen Objectivlinse das aus zwei Gläsern zusammengesetzte Ocular von Ramsden benutzt wird. Dollond versah seine Sonnenmikroskope mit einem Objective, welches gleich den Wollaston'schen Doublets aus zwei planconvexen Linsen bestand, und Coddington brachte seine rinnenförmig ausgehöhlten Linsen ans Sonnenmikroskop (*Micrographia*, p. 183).

Nachdem aber das zusammengesetzte Mikroskop aplanatische Linsensysteme bekommen hatte, war es sehr natürlich, dass man dergleichen auch beim Sonnenmikroskope in Anwendung brachte. Ch. Chevalier ging hierin voran und man folgte ihm bald allgemein nach, so dass alle neueren Sonnenmikroskope aplanatische Objective haben, die sich nur darin von den Objectiven im gewöhnlichen zusammengesetzten Mikroskope unterscheiden, dass die Kron- und Flintglaslinsen nicht durch Canadabalsam unter einander verbunden sind, denn durch die Wärme, denen sie ausgesetzt sind, würde dieses Verbindungsmittel bald getrübt werden.

85 Die Sonnenmikroskope, wie sie gegenwärtig von verschiedenen Optikern zu beziehen sind, unterscheiden sich nur wenig in der mechanischen Einrichtung, weshalb eine allgemeine Beschreibung ausreichend sein wird.

Alle Theile sind aus Messingblech gearbeitet. Die vierseitige Platte, welche mit zwei oder vier Schrauben in die Oeffnung des Ladens befestigt wird, muss dick und schwer sein. In ihr dreht sich mittelst eines gezahnten Rades, oder noch besser mittelst einer Schraube ohne Ende eine Scheibe herum, welche in die Zähne greift, womit der halbe Umfang des Scheibenrandes versehen ist, so dass eine halbe Umdrehung von 180° stattfinden kann. An der Hinterseite der Scheibe befindet sich der Spiegel, den man gegenwärtig mit Recht viel breiter und länger macht, als es in früherer Zeit zu geschehen pflegte. (Doch nahm Hendrik Hen in Amsterdam bereits sehr grosse Spiegel für seine Sonnenmikroskope. Bei einem Instrumente aus dem Anfange dieses Jahrhunderts fand ich einen Spiegel von 0,5 Meter Länge und 0,2 Meter Breite bei 0,19 Meter Durchmesser der Beleuchtungslinse.) Der Rahmen des Spiegels ist durch ein Charnier mit der Scheibe verbunden, und den Neigungswinkel des Spiegels zu verändern dient ein gezahntes Rad, dessen Knopf an der Innen-

fläche der Scheibe herauskommt. In die kreisförmige Oeffnung der Scheibe passt das kegelförmig zulaufende Rohr, worin die Beleuchtungslinse steckt, die in der Regel biconvex ist. Goring (*Micrographia*, p. 84) nahm dazu eine grosse achromatische Linse, die allerdings vortheilhaft sein kann, jedoch den Apparat weit kostbarer macht, wenn auch das dazu benutzte Flintglas nicht ganz so ausgesucht und frei von Streifen zu sein braucht, als wenn es zu einem Fernrohrobjective von gleicher Grösse genommen wird. Der Apparat ist ferner so eingerichtet, dass das Object, jenachdem das Rohr verlängert oder verkürzt wird, in einen breiteren oder schmäleren Theil des Strahlenkegels gebracht werden kann, oder es gehören noch ein Paar andere Beleuchtungslinsen von kürzerer Brennweite dazu, die man temporär in die Bahn der Strahlen bringen kann, um diese dann mehr oder weniger convergirend zu machen. Zum Fixiren der Objecte sind zwei Platten bestimmt, deren eine beweglich ist und durch eine Spiralfeder an die andere angedrückt wird. Mit der feststehenden Platte ist eine vierseitige Stange verbunden, an der sich mittelst eines Triebes ein Stab bewegt mit einem Querarme am Ende, der wiederum in einen Ring zum Aufschrauben der Linsen oder Linsensysteme ausläuft. Der letztgenannte Theil des Apparates stimmt daher ziemlich mit der Einrichtung der meisten neueren einfachen Mikroskope überein und er ist an die Stelle des früher gebräuchlichen Wilson'schen Mikroskopes getreten.

Dem Sonnenmikroskope können in gleicher Weise wie dem zusammengesetzten Mikroskope mehr oder weniger viele Linsensysteme beigegeben sein, desgleichen eine grössere oder geringere Anzahl von Hülfswerkzeugen für verschiedenartige Beobachtungen. Danach wechselt natürlich auch der Preis, so dass sie bei Charles Chevalier in Paris mit 320 bis 500 Francs, bei Lerebours in Paris mit 180 bis 320 Francs, bei Simon Plössl in Wien mit 176 Gulden Conv.-M., bei Pistor und Martins in Berlin mit 60 bis 150 Thaler, bei Pritchard in London mit 5 Pfd. 5 Sch. bis 38 Pfd. notirt waren. Auf den neueren Preiscouranten stehen sie jedoch nur noch selten.

Neben einzelnen Linsen oder Linsensystemen können noch andere 86
optische Hülfsmittel zur Erzeugung eines vergrösserten Bildes benutzt werden. Goring nahm ein vollständiges zusammengesetztes achromatisches Mikroskop; die Bilder waren dann nicht blos vergrössert, sondern auch verkehrt (I, §. 144). Er versuchte auch sein katadioptrisches Mikroskop (Fig. 132) auf diese Weise zu benutzen, jedoch ohne Erfolg, während dagegen einer seiner Freunde, welcher nur die dazu gehörigen Spiegelchen anwendete, mit der Wirkung sehr zufrieden gewesen sein soll (*Micrographia*, p. 97). Ebenso räth Brewster (*Treatise*, p. 112), sein katoptrisches Objectiv (Fig. 137) statt der gewöhnlichen dioptrischen Objective zu nehmen. Es ist jedoch sehr unwahrscheinlich, dass dieses oder

irgend eine andere katoptrische Einrichtung jemals den jetzt gebräuchlichen Linsensystemen den Vorrang ablaufen werde.

87 Ich habe schon vorhin (S. 283) einiger Einrichtungen aus dem vorigen Jahrhunderte gedacht, um das Bildmikroskop fürs Zeichnen der durch dasselbe erzeugten Bilder nutzbar zu machen. Auch in neuerer Zeit hat man noch dafür bestimmte Apparate hergestellt.

Dahin gehört zunächst der im Jahre 1822 von Vincent und Charles Chevalier gearbeitete Apparat, dessen Einrichtung ich jedoch nicht kenne, sowie ein anderer Apparat, den Charles Chevalier (l. l. p. 40) einige Jahre später nach den Anweisungen von Percheron und Lefèbre verfertigte, und der von ihnen als Megagraph bezeichnet wurde. Das Megagraph soll nur bei 5- bis 25maliger Vergrösserung benutzt werden, und es genügt deshalb eine Lampe zur Beleuchtung. Auf Chevalier's Preiscourant stand es mit 200 Francs.

Ein anderer Apparat der Art, dessen Einrichtung ich aber auch nicht kenne, ist im Jahre 1827 von Schilling in Breslau geliefert worden.

Dagegen erhielten wir 1837 von Goring (*Micrographia* 1837, p. 84) eine ausführliche und durch Abbildung erläuterte Beschreibung eines solchen Apparates. In der runden Oeffnung eines starken hölzernen Rahmens oder Schirms, der vertical auf vier Füssen steht, wird das Sonnenmikroskop befestigt, ganz so, wie es in einem Fensterladen befestigt zu werden pflegt. Der Schirm kommt so zu stehen, dass die Sonne den Spiegel bescheint, der übrigens auf die gewöhnliche Weise sich bewegt. Die ganze übrige Einrichtung des Mikroskopes ist wie bei anderen Sonnenmikroskopen; nur wird statt eines einzelnen Objectives das Rohr eines zusammengesetzten Mikroskopes genommen, das mit Objectiv und Ocular versehen ist. Das Rohr gleitet in einem zweiten Rohre, und dieses ist an jenen Theil des Apparates geschraubt, der den Objecttisch und den federnden Apparat enthält. Zum Auffangen des Bildes dient ein dunkler Raum, nämlich ein hölzerner Kasten, auf dem oben eine kegelförmig zulaufende Kapsel aufsitzt; diese hat an der Spitze eine seitliche Oeffnung, und vor dieser steht ein ebener Metallspiegel unter einem Winkel von 45° oder noch besser ein rechtwinkeliges gläsernes Prisma*). Die Oeffnung kommt dem Oculare gerade gegenüber, so dass das Strahlenbündel, von dem sonst ein verticales Bild entstanden sein würde, sich nun unter einem rechten Winkel umbiegt und auf dem horizontalen Boden des Kastens ein

*) Goring empfiehlt, die spiegelnde Oberfläche dieses Prisma mit Folie zu belegen, was aber ganz unnöthig ist. Uebrigens hatte Chevalier schon früher bei seinen Sonnenmikroskopen ein solches Prisma, um dadurch das Bild auf einer horizontalen Fläche aufzufangen.

Bild erzeugt. Dieser Boden ist übrigens mit Gyps bedeckt und hat eine convexe Oberfläche für das gekrümmte Bild. Um letzteres betrachten zu können, hat der Kasten oben und einander gegenüberstehend zwei mit kleinen Rahmen versehene Oeffnungen, so dass zwei Beobachter auf Einmal hindurchsehen können. Die seitlichen Wände des Kastens lassen sich wegnehmen, damit der Beobachter das Bild zeichnen kann; nur muss er, um das Licht abzuhalten, den Kopf mit einem Schirme bedecken.

Benutzt man ein gewöhnliches Sonnenmikroskop zum Auffangen des zu zeichnenden Bildes, so ist diese Goring'sche Einrichtung ganz zweckmässig; nur fällt es immer schwer, die Beleuchtung zu reguliren, besonders wenn der Beobachter in einiger Entfernung vom Schirme und vom Spiegel damit beschäftigt ist, die in der dunkelen Kammer sich zeigenden Bilder zu zeichnen. Man würde freilich auch hier, wie bei der gebräuchlichen Benutzung des Sonnenmikroskopes, die Beleuchtung durch einen Heliostaten reguliren können; nur ist ein solches Instrument an und für sich sehr kostbar. Einfacher und dem Zwecke ebenso gut entsprechend erachte ich die Einrichtung, die ich selbst (*Bulletin des Sc. phys. et natur. en Neerlande* 1839, p. 353) unter dem Namen des tragbaren Sonnenmikroskopes beschrieb und durch eine Abbildung erläuterte. Damals benutzte ich dazu ein einfaches Mikroskop nach Wollaston's Construction (Fig. 35), jedoch mit einem weit dickern Rohre von 4 Centimeter Durchmesser. Darin steckt eine Beleuchtungslinse, die sich höher und tiefer stellen lässt, und die das Licht, welches sie von einem flachen Spiegel empfängt, auf das Object concentrirt. Als Objective wurden bei stärkeren Vergrösserungen statt der Linsen auch Glaskügelchen genommen. Der untere Theil des Mikroskoprohres ist am Ende der einen Klaue des Dreifusses angeschraubt; in der Mitte des letzteren aber befindet sich eine vierseitige Stange, die durch ein unten angebrachtes Charnier bis zu einem gewissen Punkte nach hinten übergeneigt werden kann. An dieser Stange kann sich ein Querarm in horizontaler Richtung mittelst eines Stiftes drehen, der in eine Oeffnung an der Spitze der Stange passt und darin durch eine Klemmschraube befestigt wird. Am Ende des Armes befindet sich ein Ring, um das cylindrische Unterende einer nach oben sich kegelförmig erweiternden Blechröhre aufzunehmen, die innen und aussen schwarz angestrichen ist und oben einen Rand für eine mattgeschliffene Glasplatte hat. Um das Licht abzuhalten, ist im cylindrischen Theile dieser Röhre ein Ring angebracht, der als Diaphragma dient. Beim Gebrauche wird die Stange nach hinten gebogen und der Arm mit der darin befindlichen Röhre etwas zur Seite gedreht, damit diese dem Kopfe nicht im Wege steht. Auf diese Weise wird das einfache Mikroskop ganz frei und man kann damit auf gewohnte Art beobachten. Hat man dann ein Object ins Gesichtsfeld gebracht, dessen Bild auf der matten Glasplatte aufgefangen werden soll, so bekommt der Spie-

gel eine Stellung, dass er das Sonnenlicht durch die Beleuchtungslinse auf das Object wirft; hierauf stellt man die Stange vertical und dreht sich den Arm zu, bis die untere Oeffnung der Röhre über die vergrössernde Linse kommt. Wird jetzt durch einen Schirm von dichtem schwarzen Stoffe das Licht abgehalten, so sieht man das Bild auf der Glasplatte und kann dasselbe messen oder zeichnen. Da sich aber die Beleuchtung nach Maassgabe der Bewegung der Sonne ändert, so muss der Spiegel von Zeit zu Zeit etwas verrückt werden.

Dieser Apparat empfiehlt sich namentlich deshalb, weil das einfache Mikroskop rasch in ein Sonnenmikroskop umgewandelt werden kann. Auch hat das Bild bei 700maliger Vergrösserung noch hinreichende Lichtstärke, wenngleich der Durchmesser des Spiegels und der Linse nicht mehr als 3,5 Centimeter beträgt.

Für das Messen von Objecten ist diese Einrichtung ganz zweckentsprechend; weniger brauchbar ist sie dagegen zum Zeichnen, weil hierzu eine grössere Unbeweglichkeit der Glasplatte verlangt wird, als auf die beschriebene Weise zu erlangen ist. Aus diesem Grunde habe ich späterhin das aus zwei Hälften bestehende Gestell anfertigen lassen, von dem früher (II, S. 279) die Rede war; das Rohr ist hier unbeweglich eingeklemmt und das Ganze hat hinreichende Festigkeit zum Aufstützen der Hand.

Statt des einfachen Mikroskopes benutze ich jetzt auch am liebsten ein zusammengesetztes Mikroskop mit achromatischen Linsen, das mit einem ebenen Spiegel und einer Beleuchtungslinse ausgestattet ist; nur passen nicht alle zusammengesetzten Mikroskope dazu. Manche sind zu hoch, und das kegelförmig darüber zu setzende Rohr müsste sehr kurz sein, so dass nur ein kleines Gesichtsfeld und eine nur mässige Vergrösserung zu Stande käme; denn wäre das Rohr länger, dann käme die Glasplatte zu hoch und das Bild liesse sich nicht mehr gut zeichnen. Mit bestem Erfolge benutze ich das Amici'sche Mikroskop (Fig. 89), dessen Rohr auf die Hälfte verkürzt worden ist. Auch die Mikroskope von Oberhäuser, von Nachet, von Kellner und von Anderen sind dazu brauchbar, namentlich wenn das Rohr durch Einschieben verkürzt werden kann. Dieses Einschieben gestattet nicht blos, das Rohr bis auf die passende Länge herabzubringen, es verbindet sich damit auch noch der Vortheil, dass das innere Rohr, wenn das Mikroskop unter der Oeffnung der Röhre befindlich ist, etwas nach oben rückt und nun das Ocular in den cylindrischen Theil kommt, wodurch das von unten kommende Licht von selbst ganz ausgeschlossen wird.

Ich will ein Paar Beobachtungen mittheilen, aus denen erhellt, dass die mittelst dieses Apparates auf einer mattgeschliffenen Glasplatte erhaltenen Bilder eine grosse Schärfe besitzen. Die benutzten Objective

und Oculare gehören zu dem auf S. 170 ausführlich besprochenen Amici'schen Mikroskope.

Objectiv.	Brennweite.	Ocular.	Vergrösserung.	Nobert's Probetäfelchen.
Nr. 7	8,7mm	Nr. 2	150	Dritte Gruppe deutlich.
6	4,0	2	320	Fünfte Gruppe deutlich.
11	2,7	2	500	Siebente Gruppe deutlich.

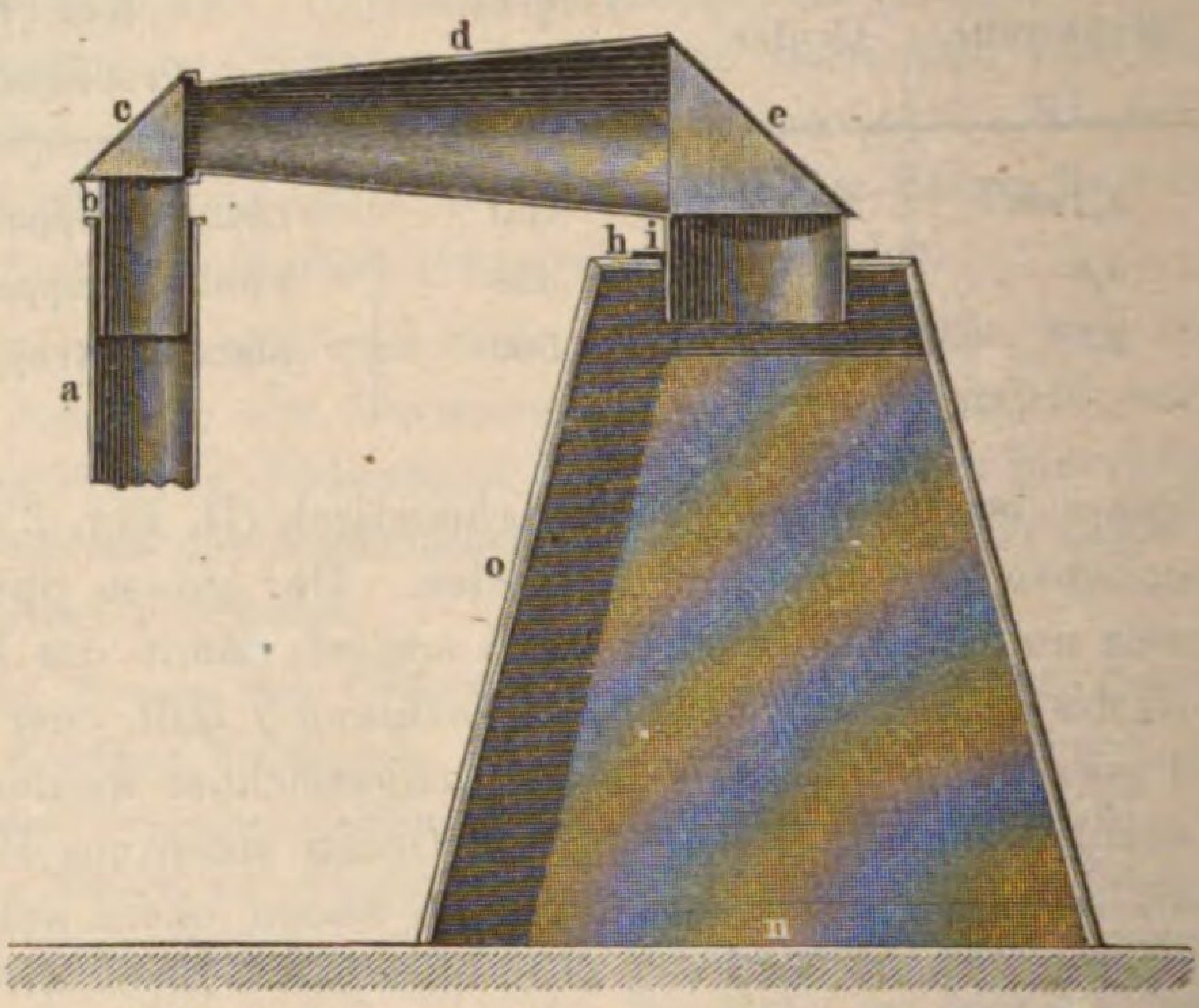
Der früher beschriebene kleine Arbeitstisch (II, Fig. 3) kann auch zu dem nämlichen Zwecke benutzt werden. Der grosse Spiegel *e* wird weggenommen und durch ein Mikroskop ersetzt, damit das Bild auf ein mattgeschliffenes Glas in der vierseitigen Oeffnung *f* fällt, oder auf ein mit Terpentinöl getränktes Papier, falls es nachgezeichnet werden soll. Um das Licht abzuhalten, bringt man auf das Ocular einen aus Pappe verfertigten, innen schwarz angestrichenen Kegel, dessen obere weite Oeffnung bis zur Glasplatte reicht. Das von oben einfallende Licht wird, gleichwie bei der vorigen Einrichtung, durch einen um den Kopf hängenden Schirm abgehalten. Bei schwachen Vergrösserungen genügt aber schon ein halb cylinderförmig gebogenes Stück Pappe von etwa 20 Centimeter Höhe, dessen convexe Seite dem Fenster zugewandt ist.

In der Hauptsache stimmt damit jene Einrichtung, welche Derbey im Jahre 1847 der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Aachen (*Amtlicher Bericht* S. 176) vorlegte. Etwas abweichend ist die Einrichtung, welche d'Alton daselbst mittheilte. Ein zusammengesetztes Mikroskop nämlich wird vollständig umgekehrt, so dass das Rohr unten, der Objecttisch und der Beleuchtungsapparat dagegen oben befindlich ist. Das Bild entsteht dann auf dem Tische, worauf das Instrument steht. Derbey sowohl wie d'Alton entfernten das Ocular und benutzten blos das Objectiv zur Erzeugung des Bildes.

In Fig. 138 (a. f. S.) bringe ich den Durchschnitt eines Zeichnungsapparates, der zwar meines Wissens noch nicht zur wirklichen Ausführung gekommen ist, gegen dessen praktische Brauchbarkeit mir aber kein Bedenken kommt. Hier ist *a* das Rohr eines zusammengesetzten Mikroskopes, dessen Ocular weggenommen wurde, und darin bewegt sich ohne allen Anstoss das kurze Rohr *b*, über dem das rechtwinkelige Prisma *c* angebracht ist. Durch ein kegelförmiges Rohr *d* steht dieses Prisma mit einem zweiten rechtwinkeligen Prisma *e* in Verbindung, das etwa doppelt so gross ist als das erste. Der Rahmen für das Prisma *e* läuft nach unten in das Rohr *i* aus, woran sich die breit vorspringende ringförmige Leiste *h* befindet. Die vierseitige dunkele Kammer *o*, aus Holz gefertigt, steht zur Seite des

Mikroskopes auf dem Tische; sie hat oben eine kreisförmige Oeffnung für das Rohr *i*, welches durch seine rechtwinkelig vorspringende Leiste auf

Fig. 138.



Durchschnitt eines Apparates zum Zeichnen.

der dunkelen Kammer aufliegt. Uebrigens ist die dem Beobachter zugekehrte Seite der dunkelen Kammer offen; sie wird durch den Schirm geschlossen, den derselbe beim Beobachten über den Kopf hängt. Der ganze Apparat muss natürlich bequem eingesetzt und wieder weggenommen werden können.

Gesetzt nun, mit dem zusammengesetzten Mikroskope sei ein Object ins Gesichtsfeld gebracht, das man abzuzeichnen wünscht, so wird man das Ocularrohr wegnehmen, die dunkele Kammer *o* neben das Mikroskop stellen, und den Apparat *bcdeih* so aufsetzen, dass *b* in das Mikroskoprohr kommt und *i* in die obere Oeffnung der dunkelen Kammer. Der Apparat lastet wesentlich auf dem hölzernen Kasten, und das Rohr *b* muss, ohne zu reiben, sich spielend im Mikroskoprohre bewegen; man kann aber auch noch die Schraube zur feinen Einstellung benutzen, wie beim gewöhnlichen Mikroskope. Wird jetzt mittelst des Spiegels und einer darüber angebrachten Linse Sonnenlicht ins Gesichtsfeld gebracht, so lässt sich das Bild des Objectes auf einem Blatte Papier bei *n* auffangen.

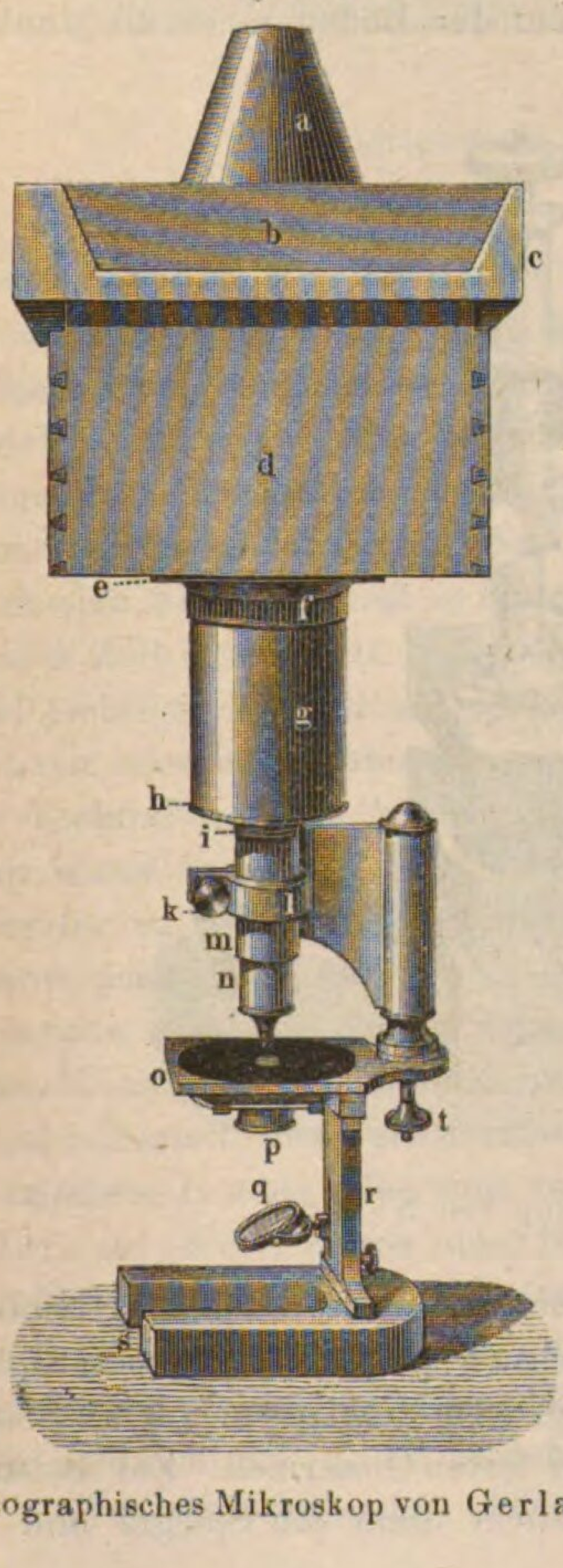
Ich würde den Apparat am liebsten so einrichten, dass die gesammte, von den Strahlen durchlaufene Strecke, also vom Objective bis nach *c*, von *c* nach *e*, von *e* nach *n*, etwa 1 Meter beträgt. Das bei *n* aufs Papier treffende Bild ist dann ziemlich gleichviel vergrössert, wie mittelst eines Oculars von mässiger Stärke.

Ein solcher Apparat würde freilich mehr kosten, als der früherhin von mir beschriebene; das würde aber wohl aufgewogen werden durch grössere Schärfe des Bildes auf dem Papiere, das man dann auch in der nämlichen Haltung, worin man zu zeichnen gewohnt ist, mit der Bleifeder umreisst.

Schliesslich habe ich noch mitzutheilen, dass J. B. van den Broek in Arnhem im Jahre 1844 ebenfalls eine Einrichtung beschrieb und abbildete (*Natuurkunde, Tydschrift* 1844. I, p. 1), welche den Zweck hat, eine Camera obscura mit Martin's Sonnenmikroskop für undurchsichtige Objecte in Verbindung zu setzen.

Schon alsbald nach Erfindung der Daguerreotypie suchte Berres in 88
Wien dieselbe beim Sonnenmikroskope in Anwendung zu bringen, besonders aber gaben sich Donné und Léon Foucauld in Paris darin grosse Mühe, und des Erstern *Atlas d'Anatomie microscopique*, welcher 1844 erschien, enthielt bereits daguerreotypische Abbildungen. Ferner soll Carpenter 1847 in der Versammlung der *British Association* sehr schöne photographische Abbildungen mikroskopischer Gegenstände vorgelegt haben.

Fig. 139.



Photographisches Mikroskop von Gerlach.

So lange indessen die Daguerreotypie und die Photographie auf Papier die einzigen bekannten Methoden waren, liess sich für das Mikroskop nicht viel davon erwarten. Seitdem aber die mit Collodium bestrichene Glasplatte in Gebrauch gekommen ist, hat die mikroskopische Photographie allgemeineren Eingang gefunden, worüber bereits früher (II. S. 282) Ausführlicheres mitgetheilt worden ist.

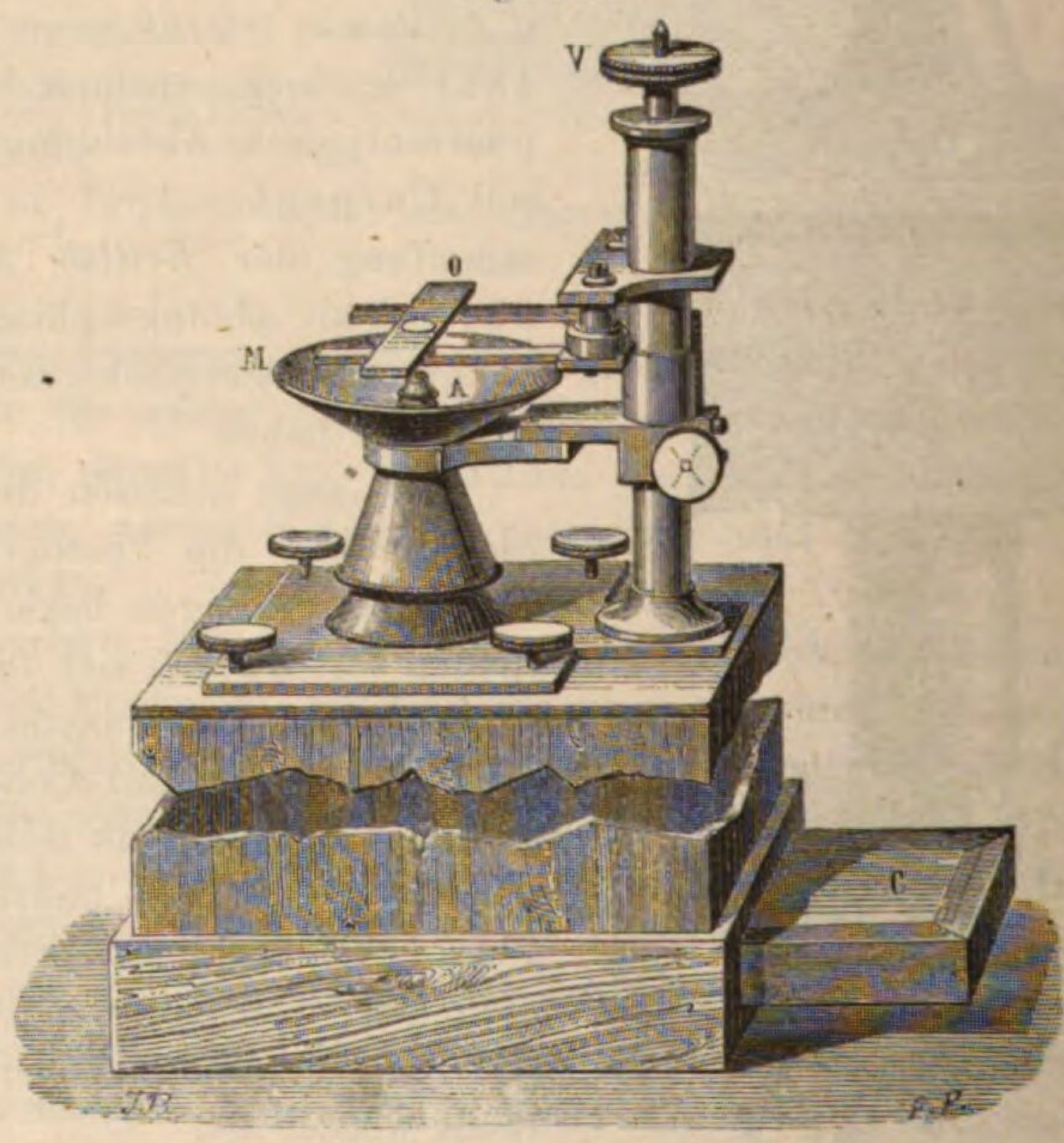
Bereits ist eine ziemliche Anzahl Apparate zur mikroskopischen Photographie anempfohlen worden, die ich aber nicht alle hier zu beschreiben gedenke. Das Gemeinsame dabei ist: entweder ein einfaches Mikroskop mit achromatischen Lin-

sensystemen, oder aber ein zusammengesetztes Mikroskop setzt man in Verbindung mit einer dunkelen Kammer, die ziemlich die nämliche Einrichtung hat, wie jene, deren man sich beim Photographiren nicht vergrösserter Objecte bedient. Der ganz einfache Apparat, dessen ich mich bediene, wurde bereits im zweiten Bande S. 286 beschrieben und abgebildet.

Das photographische Mikroskop Gerlach's (Fig. 139 a. v. S.) hat ein Oberhäuser'sches Hufeisenstativ. Das Ocular ist weggenommen, und über dem Mikroskoprohre, durch eine hölzerne Röhre damit in Verbindung stehend, ist die dunkele Kammer angebracht. Auf der Visirscheibe aber steht ein hohler Kegel. Belthle liefert das Ganze um 40 Thaler, und ohne die optische Einrichtung um 20 Thaler.

Eine andere Einrichtung hat das photographische Mikroskop von Nachet (Fig. 140). Das Bild kommt auf den Boden eines als dunkele

Fig. 140.



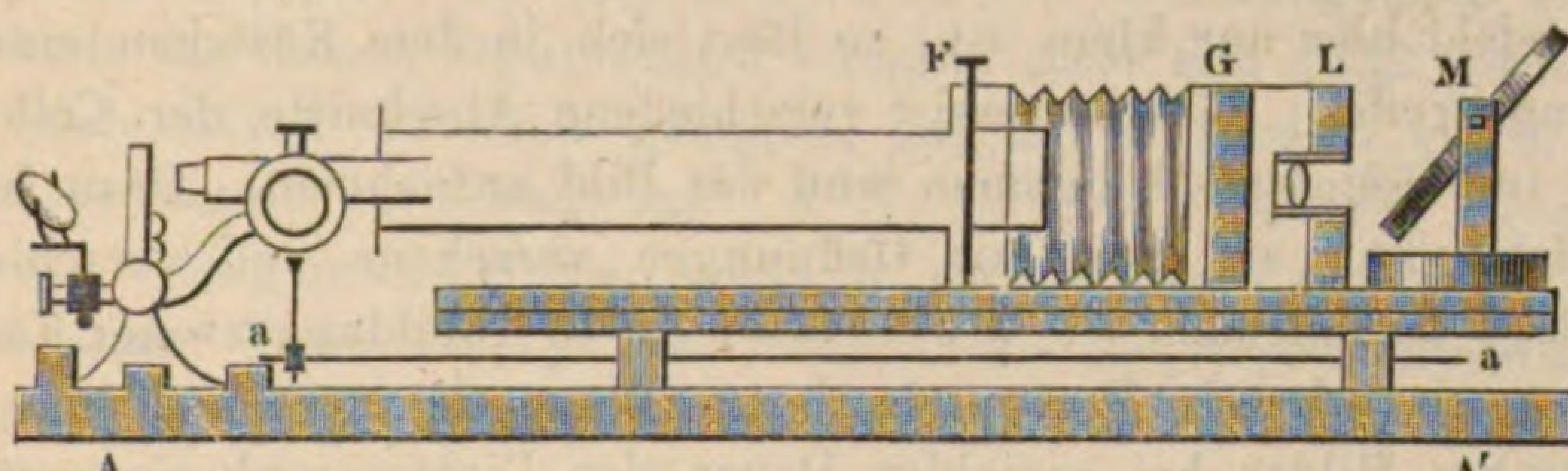
Photographisches Mikroskop von Nachet.

Kammer dienenden Kastens, wo der Schieber *C* die sensibele Glasplatte aufnimmt. Es können so auch undurchsichtige Objecte photographirt werden, deren Beleuchtung durch den grossen Hohlspiegel *M* zu Stande kommt. Das Object liegt bei *O* auf zwei festen Glasarmen. Zur Beleuchtung durchsichtiger Objecte mit Sonnenlicht dient ein Spiegel und ein

Condensator, die nicht mit abgebildet sind. Der Kasten hat oben eine Oeffnung für ein kleines Fernglas, damit das Bild mittelst des Knopfes *V* richtig eingestellt werden kann. Das Ganze kostet 300 Francs. Nachet liefert aber auch um 80 Francs die dunkele Kammer, die man mit einem horizontal gestellten Nachet'schen Mikroskope in Verbindung setzen kann.

Durch den in Fig. 141 dargestellten photographischen Apparat des amerikanischen Professors O. N. Rood (Troy, N. Y.), welcher im *Quart.*

Fig. 141.



Photographisches Mikroskop von O. N. Rood.

Journ. 1862. N. Ser. VIII, p. 261 beschrieben wurde, ist auf zweckmässige Weise dem Uebelstande begegnet, welcher in der grossen Entfernung des Objectes vom Bilde gelegen ist. Das Ganze ruht auf dem hölzernen Fussstücke *A A'* von 7 Fuss Länge, mit einzelnen Vorsprüngen, wodurch das liegende Mikroskop eine ganz feste Lagerung bekommt. Der Rahmen mit den Glasplatten wird bei *G* eingeschoben. Dahinter bei *L* befindet sich eine Thür, die sich in Bändern dreht, worin eine achromatische Linse mit 2 Zoll Brennweite befindlich ist, wodurch das Bild auf der Glasplatte bei richtiger Einstellung vergrössert wird. Das Mikroskop steht durch ein mit schwarzem Sammet ausgekleidetes Rohr mit der dunkelen Kammer in Verbindung. In letzterer befindet sich vorn bei *F* ein dünner Stab mit einer geschwärzten Platte, um die Abhaltung oder Zulassung des Lichtes zu reguliren. Da der Apparat eine ansehnliche Länge hat, so kann jener, der das Object ins Gesichtsfeld bringt und das Mikroskop einstellt, nicht direct das Bild auf der Glasplatte beobachten; deshalb ist bei *M* ein Spiegel angebracht, der das auf der Glasplatte entstehende Bild reflectirt und dem fernstehenden Beobachter ansichtig macht. Das Thürchen *L* muss offen sein, so lange dieser Spiegel gebraucht wird. Ist aber auf diese Weise das Bild auf der Glastafel so ziemlich eingestellt, so wird der Spiegel weggenommen, das Thürchen geschlossen und mittelst des Stabes *a a*, der durch einen Querarm mit dem Mikroskopknopfe in Verbindung gebracht ist, wird möglichst genau eingestellt, wozu die achromatische Linse in dem Thürchen beiträgt.

Zu mikroskopischen Photographien verwendet A. Moitessier (*La*

Photographie appliquée aux recherches micrographiques. Paris, 1866) am liebsten die Objectivsysteme ohne Ocular. Will er eine stärkere Vergrösserung, so benutzt er die nur schwach vergrösserte Photographie als Object für eine zweite stärker vergrösserte Darstellung. Sein Apparat ist einfach und in manchen Beziehungen empfehlenswerth. Er enthält wesentlich ein Kästchen, welches mit dem früher (II, Fig. 103 unter E) abgebildeten Aehnlichkeit hat, dem aber unten ein kurzes Röhrchen angesetzt ist, wodurch es gleich einem Oculare, und an dessen Stelle, unmittelbar mit dem Mikroskoprohre in Verbindung gebracht wird. Da das erhellte Gesichtsfeld hier nur klein ist, so lässt sich in dem Kästchen eine Einrichtung treffen, dass successiv verschiedene Abschnitte der Collodiumplatte ins Gesichtsfeld kommen und das Bild aufnehmen. Dazu braucht die Platte nur auf eine mit Oeffnungen versehene und verschiebbare Unterlage zu kommen, wie Moitessier durch Abbildung zweier Kästchen für je zwei und sechs Proben darthut. Wenn die verschiedenen photographischen Bilder bei variabler Dauer der Lichteinwirkung gewonnen werden, so steht wohl eher zu erwarten, dass wenigstens ein gutes Bild darunter sein wird, als wenn nur ein einziges Bild genommen wurde.

Es ist J. J. Woodward (*Quart. Journ.* 1866. N. Ser. XXIII, p. 165) gelungen, mittelst eines Objectives von $^1/_{50}$ Zoll Brennweite von Powell und Lealand Photographien von *Pleurosigma angulatum* in 2500facher Vergrösserung zu bekommen. Mit einem Objective von $^1/_8$ Zoll Brennweite von W. Wales (Fort Lee, New-Jersey), welches so für photographische Benutzung verbessert ist, dass bei Anwendung violetten Lichtes die sichtbaren und die chemischen Strahlen den nämlichen Brennpunkt haben, erhielt er aber Photographien, die einer neuen Vergrösserung bis zu 19000 Malen im Durchmesser unterzogen wurden und dabei ganz scharf blieben. Diese Photographien sollen den sicheren Beweis liefern, dass die Felder auf *Pleurosigma angulatum* nicht sechseckig, sondern rund sind.

89 Dass beim Bildmikroskope ausser dem Sonnenlichte auch künstliches Licht zur Beleuchtung der Objecte benutzt worden ist, habe ich bereits oben (S. 283) erwähnt. Man kannte aber in früherer Zeit kein künstliches Licht, welches einen Vergleich mit dem Sonnenlichte zuliess, deshalb konnten solche Lampenmikroskope nur bei sehr schwachen Vergrösserungen in Anwendung kommen, und sie blieben immer sehr hinter den Sonnenmikroskopen zurück. Erst in neuerer Zeit hat man Lichtquellen entdeckt, die zwar das Sonnenlicht noch nicht erreichen, ihm aber doch weit näher kommen, und ausserdem noch den Vorzug besitzen, dass sie, wie jedes andere künstliche Licht, zu jeder Zeit in Gebrauch gezogen werden können. Diese Lichtquellen sind die auf Kalk geleitete Hydrooxygengasflamme, der elektrische Strom zwischen zwei Kohlenspitzen, welche die Pole einer Batterie bilden, endlich das brennende Magnesium.

Durch Pritchard (*Micrographia*, p. 170) erfahren wir, dass Birkbeck, als er 1824 in der *London Mechanics Institution* eine Vorlesung über optische Instrumente hielt, zuerst das Hydrooxygengas auf Kalk einwirkend in einer Laterna Magica anwandte, und dabei die Bemerkung fallen liess, dasselbe werde auch beim Mikroskope Anwendung finden können. Etwa um die nämliche Zeit benutzte auch Woodward dieses Licht zu phantasmagorischen Experimenten. Etwas später wandte es Lieutenant Drummond für Signale und auf Leuchtthürmen an (*Philos. Transact.* 1826, p. 324, und 1830, p. 383); es wurde von da an allgemein bekannt und erhielt den Namen Drummond's Licht. Aber erst 1832 wurde zum ersten Male davon Gebrauch gemacht, um die Objecte in einem Bildmikroskope damit zu beleuchten. J. T. Cooper, der den Versuchen Birkbeck's beigewohnt hatte, stellte in diesem Jahre mit dem Instrumentenmacher John Carry das erste Hydrooxygengasmikroskop her, und am 18. Febr. 1833 wurde es zum ersten Male in einer öffentlichen Vorstellung gezeigt (*Microsc. Journ.* I, p. 2). Kommt nun gleich eine solche Einrichtung selbst dem gewöhnlichen Sonnenmikroskope noch lange nicht gleich, so hat doch selten ein neuerfundenes Instrument einen grösseren Eindruck gemacht als dieses, wie aus den übertriebenen Berichten in Zeitungen und selbst in wissenschaftlichen Journalen zu entnehmen ist. Die Speculation bemächtigte sich alsbald der Erfindung; die im Wasser lebenden Larven mancher noch ziemlich grossen Insecten, wie Mücken, Eintagsfliegen u. s. w., die man ganz gut mit blossem Auge erkennen kann, wurden dem schaulustigen Publicum als Infusionsthierchen vorgezeigt, und die stattfindenden Vergrösserungen wurden dabei nicht nach dem Durchmesser angegeben, sondern nach der Oberfläche, ja sogar nach dem kubischen Inhalte.

Von denen, die sich durch solche Marktschreiereien nicht irreführen liessen, erkannten doch manche, dass ein solcher Apparat zu öffentlichen Demonstrationen brauchbar sei; und wenn man auch später eingesehen hat, dass in dieser Beziehung die Erwartungen zu hoch gingen und die feinere Structur der thierischen und pflanzlichen Gewebe sich dadurch nicht deutlich machen lässt, so sind gleichwohl die Bemühungen jener gerechtfertigt, die das Hydrooxygengasmikroskop diesem Zwecke mehr anzupassen suchten.

Die Verbesserungen bezogen sich weniger auf den optischen Vergrösserungsapparat, der ganz gleich ist wie beim Sonnenmikroskope, sondern beschränkten sich hauptsächlich auf die Einrichtung der beiden Gasrecipienten, auf die gefahrloseste Vermischung der beiden Gase vor deren Ausströmen, auf die Herstellung einer regelmässigen Drehbewegung der Kalk- oder Kreidemassen durch ein Uhrwerk, sowie auf die Mittel zur Concentration der Lichtflamme.

Eine ausführliche Auseinandersetzung der verschiedenen Methoden

nebst Beschreibung und kritischer Prüfung der verschiedenen Apparate würde mich aber zu weit abführen, und ohne viele Abbildungen würde die Sache auch nicht zu verstehen sein. Ich beschränke mich deshalb auf nachfolgende kurze Notizen.

Anfangs 1834 verfertigte bereits Becker in Gröningen, angeleitet von Stratingh, ein Hydrooxygenmikroskop (*Konst- en Letterbode*, 1834. I, p. 148), woran der zur Gaszuleitung bestimmte Theil von der ursprünglichen englischen Einrichtung hauptsächlich darin abweicht, dass nur der Sauerstoff sich vorher in einem besondern Gasometer ansammelt, das Wasserstoffgas aber in dem Maasse als es verbraucht wird, sich immer neu bildet, wie in einer Döbereiner'schen Lampe.

In dem nämlichen Jahre war das Hydrooxygenmikroskop in Frankreich durch einen damit umherziehenden Engländer, Namens Warwich, bekannt geworden, und Ch. Chevalier (l. l. p. 45) verfertigte, unter dem Beirathe von Galy Cazalat, alsbald ein solches Instrument, wobei darauf Bedacht genommen wurde, dass es mit grösserer Sicherheit benutzt werden konnte.

In Deutschland war Pfaff (Poggendorff's *Annalen* Bd. II, S. 547) einer der Ersten, der sich mit der neuen Erfindung beschäftigte und auch eine neue Einrichtung der Gasometer in Vorschlag brachte.

In England blieb man natürlich nicht zurück, und die ursprüngliche Einrichtung wurde auf mannigfaltige Weise verbessert. Pritchard (*Micrographia*, p. 192) fertigte zwei Arten Gasometer dafür, von denen indessen das eine nur eine Nachahmung des früheren Barlow'schen Gasometers war (*Philos. Mag.* VIII, p. 240). Um das Licht auf das Object zu concentriren, ersetzte Pritchard auch die stark gekrümmte Linse durch ein Doublet aus einer biconvexen und einer planconvexen Linse, oder er brachte einen hohlen Metallspiegel hinter die Lichtquelle. Das mächtigste Instrument dieser Art wurde 1842 für die *Polytechnic Institution* in London von Carry geliefert (*Mechanics Magazine* 1842. Nr. 1010. Dingler's *Journ.* Bd. 67, S. 237). Bei einem Sehfelde von 24 Fuss soll es die Oberfläche der Objecte 74,000,000 Mal vergrössern, den Durchmesser also etwa 8500 Mal. Haben die Bilder bei dieser Vergrösserung wirklich noch hinreichende Helligkeit und Schärfe, dann muss Carry noch andere Mittel zur Verstärkung der Beleuchtung angewandt haben, als bis dahin gebräuchlich waren. Die Hydrooxygenmikroskope wenigstens, die ich habe prüfen können, gestatten keine Vergrösserung über 1500 Mal, und dabei haben die Bilder kaum so viel Lichtstärke, als bei einer 10,000maligen Vergrösserung mit dem Sonnenmikroskope. So viel steht aber fest, dass man durch ein gutes aplanatisches zusammengesetztes Mikroskop bei 200maliger Vergrösserung alles sehen kann, was das beste Hydrooxygenmikroskop zur Ansicht zu bringen vermag.

Ein Hydrooxygenmikroskop mit dem ganzen Zubehör von Gasometern u. s. w. kostete bei Ch. Chevalier 1500 bis 2000 Francs.

Das Hydrooxygenmikroskop ohne den Gasapparat, der auf Verlangen besonders dazu geliefert wird, kostet bei Plössl, je nach der Grösse (3 bis $3^1/_2$ Zoll) der Beleuchtungslinse und der Anzahl (3 bis 6) der achromatischen Objectivlinsen, 100 bis 200 Gulden Conv.-Münze.

Bei Pistor und Martins kostet es mit dem vollständigen Apparate, mit messingenen Gasometern u. s. w., 180 bis 300 Thaler.

Eine gute Vereinfachung des Gasmikroskopes wurde vor mehreren 90
Jahren von Children und Collins in London (*Francis-Street* Nr. 26. *Tottenham Court Road*) eingeführt: das Wasserstoffgas wurde durch eine alkoholische Lösung von Camphine (Terpentinöl) ersetzt. Die Kalkmasse kommt in die Flamme der Camphine und ein Strom Sauerstoffgas wird darauf geleitet. Der Apparat besteht aus zwei dicht bei einander befindlichen Röhren, die einen zusammengerollten platten Docht enthalten, so wie aus einem Kalkcylinder von etwa $^3/_8$ Zoll Länge und $^1/_8$ Zoll Dicke in einem Messingröhrchen. Der Strang, welcher das Sauerstoffgas aus einem Gasometer zuleitet, geht in ein dünnes Röhrchen aus, welches aufwärts gebogen ist und zwischen den nur wenig von einander abstehenden Dochten endigt; seine Oeffnung ist nicht ganz $^1/_8$ Zoll entfernt von der runden Oberfläche des kleinen Kalkcylinders und steht etwa $^1/_4$ Zoll über dem unteren Rande des Messingröhrchens. Sie fanden mit Wheatstone's Photometer, dass das Licht dieses Apparates jenem von 108 Wachskerzen gleich kam; einmal kam es sogar dem Lichte von 121 Wachskerzen gleich. Das Hydrooxygenlicht auf Kalk geleitet fanden sie so stark leuchtend, wie 120 solche Kerzen.

Sollte es sich bestätigen, dass dieses Licht jenem des Hydrooxygenlichts an Stärke ziemlich gleichsteht, dann würde allerdings die erzielte Vereinfachung des ganzen Apparates nicht gering anzuschlagen sein. Auch dürfte man wohl erwarten, das Licht noch mehr verstärken zu können; denn da die Gefahr des Explodirens hier ganz beseitigt ist, so dürften auch die Flamme und die Oeffnung für das ausströmende Gas unbedenklich noch etwas vergrössert werden, falls letzteres nicht durch Abkühlung schädlich wirkt.

Zur Beleuchtung bei Bildmikroskopen ist auch das elektrische Licht 91
benutzt worden, das sich zwischen Kohlenstäbchen entwickelt, die als Polenden einer galvanischen Batterie dienen. Schon seit vielen Jahren kannte man durch Davy's Versuche dieses blendende Licht, dessen Intensität unter allen künstlichen Lichtarten dem Sonnenlichte am nächsten kommt. Bei der früheren Einrichtung der galvanischen Batterien indessen nimmt seine Stärke so rasch ab, dass man nicht daran denken

konnte, es zu Versuchen zu verwenden, die während eines gewissen Zeitraumes andauern müssen. Erst nachdem die verschiedenen Arten constanter Batterien von Daniel, Grove, Bunsen u. s. w. erfunden worden waren, eröffnete sich die Aussicht hierzu, und Donné mit Léon Foucauld versuchten zuerst diese Lichtquelle beim Bildmikroskope in Anwendung zu bringen. Sie wandten sich zu dem Ende an Ch. Chevalier, und dieser brachte das sogenannte photoelektrische Mikroskop zu Stande, welches am 12. März 1845 in der Sitzung der *Societé d'Encouragement* aufgestellt und angewandt wurde (*Bulletin de la Soc. d'Encour.* Sept. et Dec. 1845. Dingler's *Polytechnisches Journ.* 1846. Bd. 100. S. 101).

Die wesentliche Einrichtung desselben ist folgende. In der Mitte eines vierseitigen Kastens befinden sich die beiden als Polenden dienenden Stücke Kohle. Sie sind prismatisch, 3 Millim. breit, 10 bis 12 Millim. lang, aus Gascoakes angefertigt und stecken in besonderen Röhren, die mit den Leitungsdrähten der Batterie in Verbindung stehen und durch einen Trieb, dessen Knöpfe aus dem Kasten hervorragen, einander genähert werden können, wenn sie durch Verbrennen kürzer werden und somit weiter von einander abstehen. Ein Hohlspiegel mit einem Focus von 8 Centimeter und einem Durchmesser von 10 Centimeter steht hinter diesen Kohlenstücken. Um die hohe Temperatur des durch diesen Spiegel erzeugten Lichtbildes, in welches die Objecte gelegt werden müssen, zu mindern, befindet sich nach vorn innen im Kasten ein Trog mit parallelen Glaswänden, der mit einer gesättigten Alaunlösung gefüllt wird. Eine durch ein dunkeles, fast schwarzes Glas geschlossene Oeffnung in dem Kasten dient dazu, das Licht zu beobachten, um es möglichst reguliren zu können. Das Dach und der Boden des Kastens bestehen aus einer Anzahl schiefstehender Platten, zwischen denen freie Interstitien zum Durchtritte der Luft verbleiben, während doch das Licht dabei ganz abgeschlossen ist.

Donné und Léon Foucauld benutzten eine Bunsen'sche Batterie von 60 Paaren. Sie fanden es nöthig, noch eine Einrichtung zur Regulirung der Stromstärke zu treffen. Sie nahmen hierzu zwei dreieckige Streifen Platinblech. Jeder Streifen stand mit dem Leitungsdrahte des einen Poles der Batterie in Verbindung und tauchte mit der Spitze in einen Trog mit angesäuertem Wasser; beide Streifen aber waren an einen Träger befestigt, der sich durch einen Trieb höher und tiefer stellen liess, so dass sie mehr oder weniger tief in die Flüssigkeit tauchten.

Aus dieser Beschreibung ist ersichtlich, dass der Abstand zwischen den beiden Kohlenstücken durch die Hand regulirt wurde. Nun übt aber schon die geringste Aenderung dieses Abstandes einen grossen Einfluss auf die Intensität des Lichtes und es fällt daher sehr schwer, das Licht so zu reguliren, dass es immer die gleiche Intensität zeigt. Eine me-

chanische Vorrichtung statt der Hand war deshalb wünschenswerth. In England, wo man das elektrische Licht im Allgemeinen zur Beleuchtung zu verwenden wünschte, brachte Edward Staite in London (*Lond. Illustr. News.* 18. Nov. 1848) eine dazu passende Vorrichtung zu Stande, ebenso William Petrie in London (*Comptes rendus.* XXVIII, p. 157). Indessen hatte auch Léon Foucauld bei seinen früheren Versuchen mit Donné genugsam erkannt, wie unvollkommen ihre damalige Einrichtung war, und am 15. Januar 1849 gab er der französischen Akademie Nachricht von einer Vorkehrung, wodurch die Kohlenstücke mittelst einer zweckmässigen Vereinigung von Federn, verbunden mit einem Räderwerke und einem Elektromagneten, immer den nämlichen Abstand von einander behielten (*Comptes rendus.* XXVIII, p. 68). In einem Berichte darüber geben Regnault und Dumas an, der Apparat habe unter ihren Augen mit dem besten Erfolge gearbeitet, und es habe sich eine so gleichbleibende Intensität des Lichtes gezeigt, wie man sie nur für Versuche wünschen könne, bei denen das Sonnenlicht durch elektrisches Licht ersetzt werden soll.

Einen mehr vereinfachten Apparat legte Jules Dubosq am 9. Dec. 1850 der französischen Akademie vor (*Comptes rendus.* XXXI, p. 809), der auch seitdem zumeist in Gebrauch gekommen ist. Ich habe mich selbst davon überzeugt, dass mit demselben ein ziemlich gleichmässiges und unveränderliches Licht erzielt wird.

Allein trotz aller Intensität unterscheidet sich dieses elektrische Licht doch noch sehr von dem durch eine Linse concentrirten Sonnenlichte. Wenn daher auch das photoelektrische Mikroskop vor dem Gasmikroskope den Vorzug verdient, immer bleibt es noch ein sehr unvollkommenes Instrument, das nur bei einer verhältnissmässig schwachen Vergrösserung der Objecte passt. Mit einem guten zusammengesetzten Mikroskope sieht man bei 200maliger Vergrösserung alles, was ein photoelektrisches Mikroskop in einem zehnmal grösseren Bilde zur Anschauung bringen kann.

Am meisten verspricht das Magnesiumlicht, das Bunsen als Maass- 92
einheit für photometrische Untersuchungen empfohlen hat. Magnesiumdraht, rund oder abgeplattet, wird gegenwärtig schon in ziemlicher Menge hergestellt; beim Verbrennen giebt derselbe ein sehr schönes, weiss glänzendes Licht. Unlängst hat Roscoe in Bath Versuche damit angestellt, wobei sich ergab, dass Magnesiumlicht von der scheinbaren Grösse der Sonnenscheibe und unter 67^0 geneigt, nur eine fünfmal geringere Lichtintensität besitzt, als die nicht von Wolken bedeckte Sonne. Ein dünner Magnesiumdraht verbreitete so viel Licht als 74 Wachskerzen, und zu einem 10stündigen Brennen würden ungefähr $2\frac{1}{2}$ Unzen Magnesiumdraht erforderlich sein, die nach dem jetzigen Preise etwa 125 Holl. Gulden kosten würden (*Daily Telegraph*, 22. Febr. 1865). Bei diesem hohen

Preise kann das Magnesiumlicht zur Beleuchtung der Objecte im Bildmikroskope allerdings noch nicht in allgemeinen Gebrauch kommen. Es steht aber zu erwarten, dass der Preis durch Verbesserung und Vereinfachung der Bereitungsweise allmälig sich niedriger stellen wird. Vielleicht kann man aber auch auf eine noch einfachere Weise zum Ziele gelangen. Von der Wahrnehmung ausgehend, dass beim Verbrennen von Magnesium eigentlich die glühenden Theilchen des Oxyds das starke Licht ausstrahlen, brachte Carlevaris (*Comptes rendus*. Juin, 1865. LX, p. 1252) Chlormagnesium mit Kohle, oder die gewöhnliche kohlensaure Magnesia des Handels, rollenförmig zusammengepresst, in die Hydrooxygengasflamme und erlangte dadurch das nämliche intensive Licht. Bereits hat man mehrere Magnesiumlampen erfunden, deren Einrichtung dahin geht, dass der um eine kleine Rolle gewundene Magnesiumdraht langsam sich abwickelt und in die aufgestellte Gaslampe oder Alkohollampe eintritt. Diese Abwickelung erfolgt dadurch, dass eine Kurbel mittelst der Hand herumgedreht wird (II, Fig. 103 S. 289), oder aber es ist ein Uhrwerk dabei im Spiele. Noch mehr concentrirt wird das Licht durch einen metallischen Hohlspiegel mit einer kleinen Oeffnung, wodurch der Draht tritt. Solche Lampen sind ausdrücklich für photographische Zwecke bestimmt, sie würden aber auch ganz gut beim Bildmikroskope zur Beleuchtung der Objecte dienen können, wenn eine starke Convexlinse oder ein gewölbtes Prisma in die Bahn der Strahlen käme, wodurch ein mehr concentrirtes Licht auf den Spiegel oder direct auf das Object geleitet wird.

Neunter Abschnitt.

Apparate und Hülfsmittel zur mikroskopischen Untersuchung.

Bei mikroskopischen Untersuchungen werden vielerlei kleine Apparate und Instrumente benutzt, die jedoch nicht unerlässlich sind, und grösstentheils nur dazu dienen, die Beobachtung selbst sicherer und bequemer auszuführen. Die Anzahl dieser Hülfsmittel ist ziemlich gross, und wenn sie auch nicht alle gleich brauchbar sind, manche vielmehr recht gut durch andere weniger kostspielige Einrichtungen ersetzt werden können, so soll doch hier eine möglichst vollständige Uebersicht derselben gegeben werden. 93

Die älteren Mikroskope waren in dieser Beziehung natürlich nur dürftig ausgestattet. In dem Briefe Boreel's (§. 12) lesen wir, dass die Ebenholzscheibe, worauf das Mikroskop von Hans und Zacharias Janssen ruhte, einige *quisquiliae* enthielt; es ist aber nicht klar, ob damit einzelne kleine Objecte gemeint sind, oder kleine Instrumente, deren man sich bei der Untersuchung bediente. Jedenfalls ist ihre Anzahl nur eine geringe gewesen, denn bei allen übrigen während des 17. Jahrhunderts gefertigten Mikroskopen trifft man nur wenige dergleichen an.

Es lassen sich folgende Klassen dieser Instrumente unterscheiden: 94

1) Apparate zur Beleuchtung der Objecte, und zwar

a) bei durchfallendem Lichte;

b) bei auffallendem Lichte;

c) bei polarisirtem Lichte.

2) Apparate und Hülfsmittel zum Tragen und Festhalten der Objecte.

3) Einrichtungen zur mechanischen Bewegung der Objecte auf dem Objecttische, und zwar

a) zur geradlinigen diagonalen Bewegung;
b) zur Kreisbewegung.

4) Apparate zum Messen und Zeichnen der Objecte:

a) Mikrometer;
b) Focimeter;
c) Goniometer;
d) katoptrische und dioptrische Hülfsmittel zur Projection der Bilder.

5) Apparate zum Schutze der Linsen bei mikrophysikalischen und mikrochemischen Untersuchungen.

6) Instrumente zur Anfertigung mikroskopischer Präparate.

Die zu diesen verschiedenen Klassen gehörigen Instrumente sollen nun der Reihe nach betrachtet werden.

Erstes Kapitel.

Beleuchtungsapparate.

95 Früher ist zu wiederholten Malen von den verschiedenen Beleuchtungsweisen der Objecte die Rede gewesen, die nach einander in Gebrauch gekommen sind. Der Gegenstand ist indessen zu wichtig, als dass ich nicht im Besonderen dabei stehen bleiben sollte, um das bereits Erwähnte in einen Zusammenhang zu bringen und das noch Fehlende hinzuzufügen. Natürlich wird aber nur die Beleuchtung der Objecte beim einfachen und zusammengesetzten Mikroskope in Frage kommen, da von der Beleuchtung bei den verschiedenen Arten von Bildmikroskopen bereits im vorigen Abschnitte die Rede war.

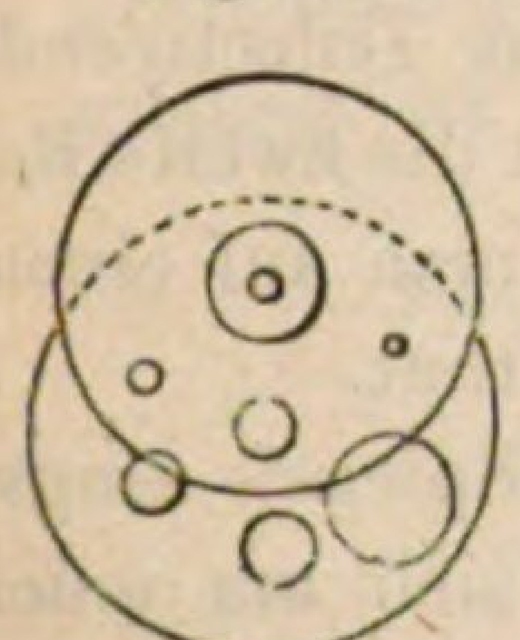
96 Gleich vom Anfange an sind die zwei wichtigsten Beleuchtungsweisen, mit durchfallendem und mit auffallendem Lichte, in Gebrauch gewesen, die erste indessen anfänglich nur beim einfachen Mikroskope, weil die ersten zusammengesetzten Mikroskope bis gegen Ende des 17. Jahrhunderts nur dazu geeignet waren, die Objecte bei auffallendem Lichte zu betrachten.

Die erste Verbesserung in der Beleuchtung durchsichtiger Objecte, die durchs einfache Mikroskop betrachtet werden, erzielten Hudde und Hartzoeker dadurch, dass sie (s. Fig. 8 S. 41) hinter das Object eine

biconvexe Linsen brachten, welche der letztere zugleich so einrichtete, dass sie mittelst der Schraube *f* nach Willkür dem Objecte näher oder ferner gestellt werden konnte. Dieses Beispiel ahmte Bonannus (Fig. 65, S. 108) auch beim zusammengesetzten Mikroskope nach, und späterhin ist diese Beleuchtungslinse immer in Gebrauch geblieben; nur hat man neuerer Zeit, wie weiterhin nachgewiesen werden soll, die biconvexe Linse durch Linsen von besserer Form ersetzt, und man hat auch zwei oder mehr Linsen vereinigt, wodurch eine mehr oder weniger vollkommene achromatische Beleuchtung erreicht wird.

Schon sehr früh ist man auch darauf bedacht gewesen, das überflüssige Licht mittelst Diaphragmen abzuhalten. Zuerst begegnet uns das bei einem der einfachen Mikroskope von Johannes Musschenbroek (Fig. 10 B, S. 43); er brachte hinter das Object ein Täfelchen, das sich um einen Stift drehte und mehrere Oeffnungen von verschiedenem Durchmesser hatte. Viel später erst kam dieses Princip durch Lebaillif auch beim zusammengesetzten Mikroskope in Anwendung. Lebaillif war der erste, der unter dem Objecttische eine drehbare Scheibe anbrachte (Fig. 142), die noch gegenwärtig bei vielen Mikroskopen angewendet wird; dieselbe ersetzte den früherhin von Culpeper und Scarlet benutzten Hohlkegel (Fig. 69 A, S. 113), welcher den beabsichtigten Zweck in geringerem Maasse erfüllt.

Fig. 142.



Lebaillif's drehbares Diaphragma.

Der Spiegel, der gegenwärtig den ersten und wichtigsten Bestandtheil jedes Beleuchtungsapparates ausmacht, ist am spätesten in Gebrauch gekommen. In Tortona's zusammengesetztem Mikroskope (Fig. 64, S. 107) war zwar schon 1685 eine Einrichtung angebracht, vermöge deren es dem Lichte zugekehrt wurde, so dass man, gleichwie mit dem einfachen Mikroskope, die Objecte bei durchfallendem Lichte damit betrachten konnte; aber erst 30 Jahre später verfiel Hertel (Fig. 68, S. 112) darauf, einen Spiegel unterhalb anzubringen, und es währte fast noch zwanzig Jahre, ehe dessen Gebrauch allgemein angenommen wurde.

Wenden wir uns jetzt zur Betrachtung der Beleuchtungsapparate 97
unserer heutigen Mikroskope. Ueber die theoretischen Grundprincipien, worauf sich die Beleuchtung mikroskopischer Objecte zu stützen hat, muss ich übrigens auf Band I, S. 225 u. flg. verweisen.

Die meisten unserer jetzigen Mikroskope haben einen concaven und einen ebenen Spiegel, z. B. jene von Oberhäuser, Hartnack, Nachet, Plössl, Schiek, Zeiss, Schrader, Belthle, Powell, Ross, Smith. Die älteren Mikroskope von Amici haben nur einen concaven Spiegel, die neueren nur einen flachen; letzteres ist auch bei jenem Mikroskope der

Fall, welches Pritchard für Goring herstellte. Das ist ein Mangel. Denn wenn man auch durch die Beleuchtungslinse das Licht gehörig zu concentriren vermag, so bleibt doch die Richtung der Strahlen, welche auf das Object fallen, immer die nämliche. Durch die Verbindung mit einem Hohlspiegel lassen sich aber hierin die nöthigen Modificationen anbringen.

In manchen Fällen, namentlich wo es auf die Wahrnehmung von Farben ankommt, ist es gut, eine reflectirende Fläche zu benutzen, von welcher diffuses weisses Licht ausstrahlt. Zu diesem Zwecke bedeckte Goring die Hinterseite des Spiegels mit Gyps. Besser ist aber das Verfahren von Chevalier, der seinen Mikroskopen isolirte weisse Scheiben von der Grösse des Spiegels beifügte, die man nöthigen Falles auf diesen legt. Varley empfahl dazu das Aufstreuen von kohlensaurem Natron.

Statt des Glasspiegels, der natürlich immer zwei Bilder reflectirt, haben manche ein Glasprisma empfohlen. Im Jahre 1838 benutzte Dujardin (*L'Institut* 1838, Nr. 247. — *Manuel de l'Observateur au microscope*, p. 21) zuerst ein solches und späterhin nahm es auch Merz in sein Mikroskop auf. Ihr Beispiel hat aber keine Nachahmung gefunden und wird es wohl auch in der Folge nicht finden, weil das reflectirende Prisma weit kostspieliger ist, als der Spiegel, und weil auch die zweite Reflexion des letzteren hier der Schärfe des Bildes, welches man auf einem erleuchteten Hintergrunde sieht, durchaus keinen Eintrag thut.

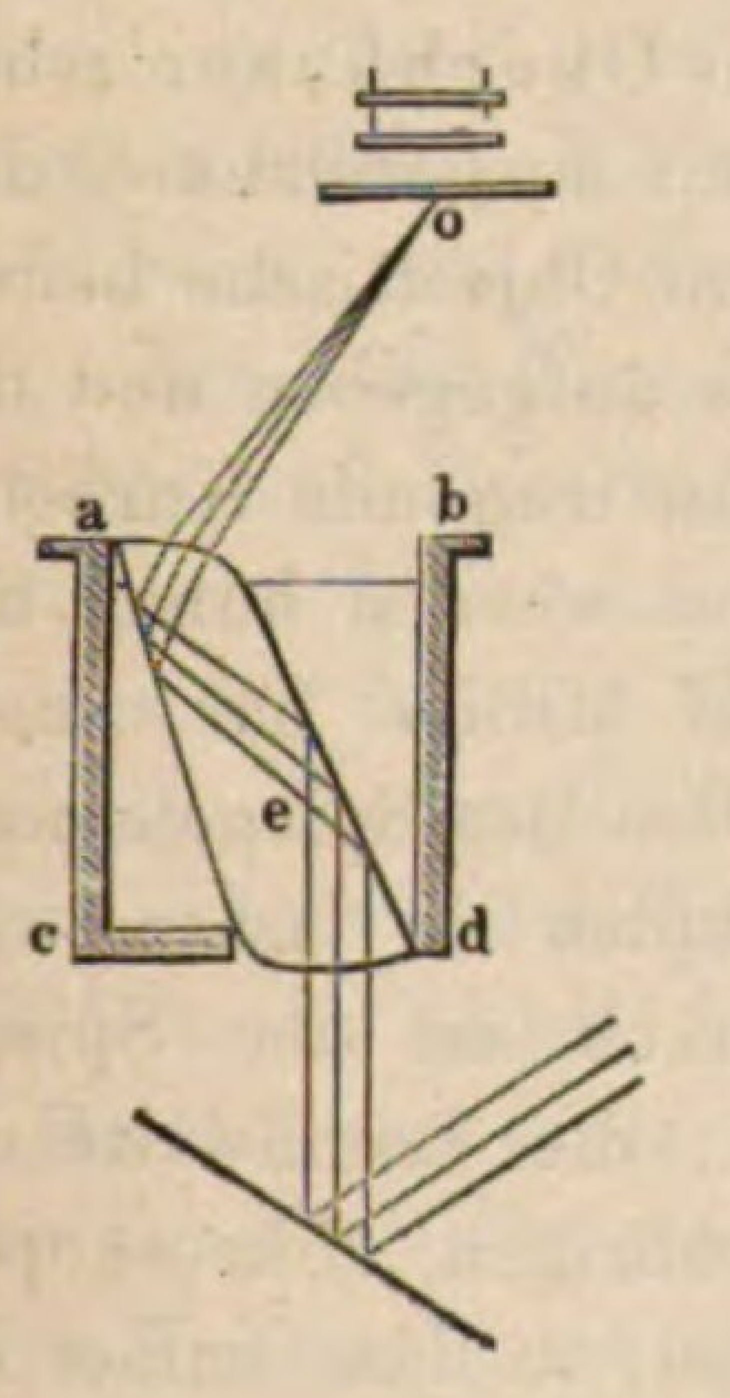
Weit mehr kommt darauf an, wie die Bewegung des Spiegels eingerichtet ist. Dass er in einem Bügel hängen muss, der sich um einen Stift dreht, wodurch er unter verschiedenen Winkeln geneigt werden kann, versteht sich von selbst; auch finden wir den Spiegel von der ersten Zeit an, wo er in Gebrauch gekommen ist, also eingerichtet. Es fehlte aber eine dritte Bewegung: der Spiegel muss auch aus der optischen Axe des Mikroskopes gebracht werden können, damit die Objecte durch schief einfallendes Licht getroffen werden, was für die Wahrnehmbarkeit mancher schwer erkennbarer Einzelnheiten sehr durchsichtiger Objecte sehr wichtig sein kann. Diese Beleuchtungsweise mit schief einfallendem Lichte wollte Oberhäuser (*Comptes rendus*, 14. Juin 1847) als eine neue Erfindung ausgeben; doch kannte man die Mittel dazu schon im vorigen Jahrhunderte, und die Vorzüge dieser Beleuchtung fanden schon damals wie später Anerkennung, wie man bei Adams (*Essays on the Microscope*, 1798, p. 136) ersehen kann.

Zum ersten Male begegnen wir 1759 dieser Bewegung des Spiegels bei den Mikroskopen Martin's (Fig. 73, S. 117), wo sich der Spiegel an einer runden Stange verschieben und zur Seite drehen lässt, und fast auf die gleiche Weise ist sie von Powell (Fig. 103, S. 211) beibehalten worden. Auch bei Dellebarre (Fig. 75, S. 123) ist der Spiegel zur

Seite beweglich, hier aber durch ein Charnier. Den Vorzug vor diesen beiden Methoden verdient es, wenn der Spiegel an einer Kurbel aufgehängt wird, wie es schon am Ende des vorigen Jahrhunderts bei den Mikroskopen von Hermann und Jan van Deyl (S. 127) vorkommt. Später hat sich diese Befestigungsweise wiederum verloren; doch finde ich sie bei einem 1835 von Amici verfertigten, in Utrecht befindlichen Mikroskope, und ebenso bei dessen neuen Instrumenten (Fig. 89, S. 169). An den älteren Oberhäuser'schen Mikroskopen fehlt diese Einrichtung; sie findet sich dagegen bei den späteren Oberhäuser'schen Instrumenten (Fig. 83, S. 151). Bei den Mikroskopen endlich von Smith u. Beck (Fig. 105, S. 215) kann der Spiegel nicht allein durch eine Kurbel, sondern auch noch durch eine Drehbewegung ausserhalb der Axe des Instrumentes gebracht werden, aber das erstere allein ist schon ganz ausreichend.

Jetzt haben alle grösseren und mittleren Mikroskope eine Einrichtung, um den Spiegel aus der Axe des Mikroskopes zu rücken, und es ist immer als ein Mangel anzusehen, wenn dieselbe bei manchen kleineren fehlt, namentlich bei solchen mit einer Trommel. Diesem Mangel kann einigermaassen durch das von Nachet (*Comptes rendus*. 1847, XXIV, p. 967) erfundene Prisma abgeholfen werden. Der Nachet'sche Beleuchtungsapparat ist Fig. 143 im Durchschnitte dargestellt. Unmittelbar unter den Objecttisch bringt Nachet ein in eine kurze Röhre *abcd* eingeschlossenes Glasprisma *e*, welches dergestalt geschliffen ist, dass die Lichtstrahlen parallel mit der Axe auf die untere Fläche treffen, dann zweimal vollständig reflectirt werden und hierauf, je nach dem Verhältniss der Winkel des Prisma, bei *o* unter einem mehr oder weniger spitzen Winkel das Object erreichen. Durch jenes, welches Nachet der französischen Akademie vorlegte, bildeten die Strahlen einen Winkel von 30° mit der Axe des Mikroskopes. Er gab zugleich an, man könne ein solches Prisma auch mit convexen Oberflächen schleifen, so dass es auch als Beleuchtungslinse diente, und diese Form ist in dem abgebildeten Apparate vorhanden, der zu einem Mikroskope vom Jahre 1849 gehört. Die kurze röhrenförmige Kapsel kommt in die nämliche Oeffnung des Hebelapparats, in welche die röhrenförmigen Diaphragmen passen.

Fig. 143.



Nachet's Beleuchtungsapparat.

Ich erkenne das Sinnreiche dieser Erfindung vollkommen an; offenbar steht sie aber in Brauchbarkeit dem an einer Kurbel befestigten Spiegel nach, da dieser nicht so theuer ist und auch gestattet, das Licht

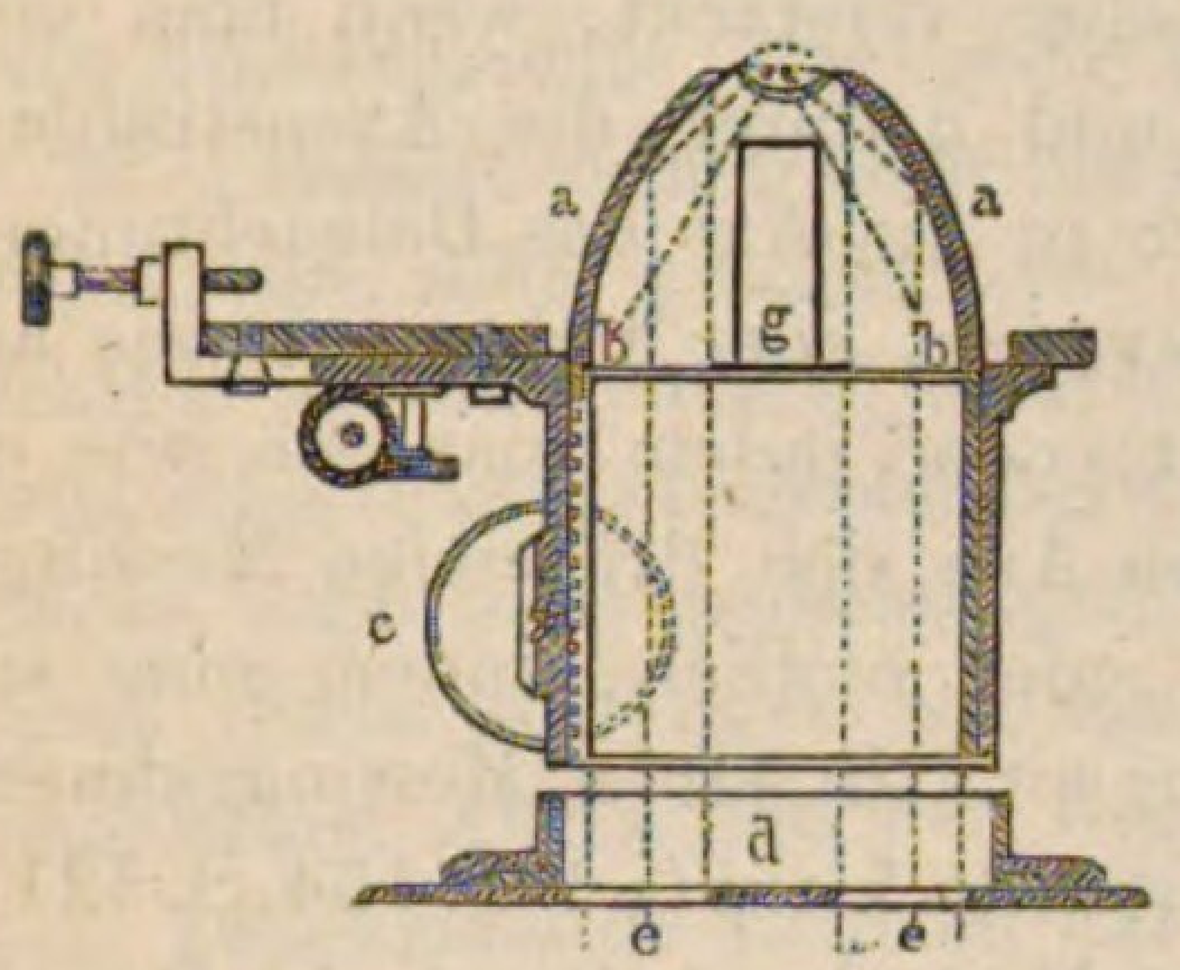
unter verschiedenen Winkeln auf das Object fallen zu lassen. Nachet giebt zwar an, es sei ihm vorgekommen, als sei die Wirkung für Winkel von 20⁰ bis 40⁰ die nämliche gewesen. Indessen kann das nicht ganz richtig sein, und überdies ist auch ein Winkel von 40⁰ nicht die äusserste Grenze für die Benutzung des schief einfallenden Lichtes. Bei manchen Objecten ist es mir vorgekommen, als wäre bei Beleuchtung unter einem Winkel von 60⁰ noch etwas zu gewinnen. Nur für jenen Fall, wofür es Nachet selbst bestimmt hat, empfiehlt sich dieses Prisma in der That. Es steht aber zu erwarten, dass der trommelförmige Fuss bald ganz aufgegeben wird und man nur solche Gestelle verfertigt, welche eine freie Bewegung des Spiegels gestatten. Bei den neueren Mikroskopen Nachet's kann der Spiegel ebenfalls ausserhalb der Axe des Instrumentes angebracht werden; ja für den Fall, dass die Dicke des Objecttisches dem Zutritte sehr schief auffallender Strahlen hinderlich wäre, sobald der Spiegel in bedeutenderem Grade ausserhalb der Axe gerückt wird, fügt er jetzt seinen grösseren Mikroskopen einen Hülfsobjecttisch bei, der unter den eigentlichen Objecttisch kommt und woran die Objecte durch eine Art Klammer festgehalten werden. Das Mikroskoprohr wird dann durch die Oeffnung des Objecttisches geschoben, bis das Objectiv nahe genug über das Object gekommen ist.

Die Beweglichkeit des Spiegels in der Axenrichtung, so dass er höher und tiefer gestellt werden kann, gehört nicht zu den unerlässlichen Forderungen; sie fehlt an den Mikroskopen von Ross, Plössl, Schiek, Amici, Brunner, sowie an den älteren Oberhäuser'schen. Diese letzteren sind noch durch die Eigenthümlichkeit ausgezeichnet, dass der Focus des Hohlspiegels gerade auf das auf dem Objecttische befindliche Object fällt. Späterhin hat Oberhäuser dies aufgegeben und den Spiegel so eingerichtet (Fig. 83, S. 151), dass die ihn tragende Kurbel in senkrechter Richtung hinauf und herunter geschoben werden kann, und da der Hohlspiegel nur einen kurzen Focus von 47 Millim. hat, so ist es möglich, ein convergirendes und durch Tieferstellen des Spiegels auch ein divergirendes Strahlenbündel auf das Object fallen zu lassen. An den Mikroskopen von Pritchard, Powell, Smith ist der Spiegel ebenfalls nach oben und nach unten verschiebbar; die Brennweite der Hohlspiegel ist aber hier, wie bei den meisten übrigen Mikroskopen, grösser als der Abstand zwischen Object und Spiegel, so dass immer ein convergirendes Strahlenbündel zum Gesichtsfelde gelangt.

98 Da die Erfahrung lehrte, dass die excentrische Stellung des Spiegels grosse Vortheile darbietet, so bemühte man sich, andere Einrichtungen ausfindig zu machen, wodurch der Hauptzweck, das Object durch schief einfallendes Licht mit Ausschluss der in der Nähe der Axe eintretenden Strahlen zu beleuchten, noch vollkommener erreicht würde.

In dieser Beziehung ist zunächst das Paraboloid von Wenham (*Microscop. Transact.* 1851) zu nennen, welches im verkleinerten Maassstabe in Fig. 144 dargestellt ist. Es stellt nämlich *aa* ein aus Silber verfertigtes Paraboloid dar, dessen Innenfläche gut polirt ist, und dessen Brennweite $^1/_{16}$ engl. Zoll beträgt. Die Spitze dieses Paraboloids ist so weit abgeschnitten, dass sein Brennpunkt mit der Oberfläche der dicksten Glasplättchen coincidirt, die man als Objecttäfelchen zu benutzen pflegt. An der Basis des Paraboloids befindet sich eine dünne Glasplatte *bb*; auf diese ist ein geschwärzter kleiner Cylinder *g* gesetzt, dessen Rand der oberen Oeffnung des Paraboloids gleichkommt, damit alle zunächst der Axe einfallenden Strahlen abgeschnitten werden. Es gelangt daher kein directes Licht vom Spiegel zum Objecte, sondern dieses wird nur durch die von allen Seiten reflectirten Strahlen, die im Brennpunkte zusammentreffen, beleuchtet. Es gehört ferner zu dem kleinen Apparate ein Trieb mit dem Knopfe *c* zum Höher- und Tieferstellen, sowie ein drehbares Diaphragma *d* mit zwei in dem einen Durchmesser befindlichen Oeffnungen *ee*, so dass zwei Lichtbündel in entgegengesetzten Richtungen reflectirt werden. Die oberste Oeffnung endlich ist durch einen Meniscus geschlossen, um dadurch die Aberration der Lichtstrahlen beim Durchgange durch die Glasplättchen zu verbessern, wodurch den Objecten etwas Farbiges und Nebelhaftes ertheilt werden würde. Auch ist dadurch der Zutritt von Luft und von Dünsten abgeschnitten, was die Erhaltung des Glanzes der inneren Fläche sichert.

Fig. 144.



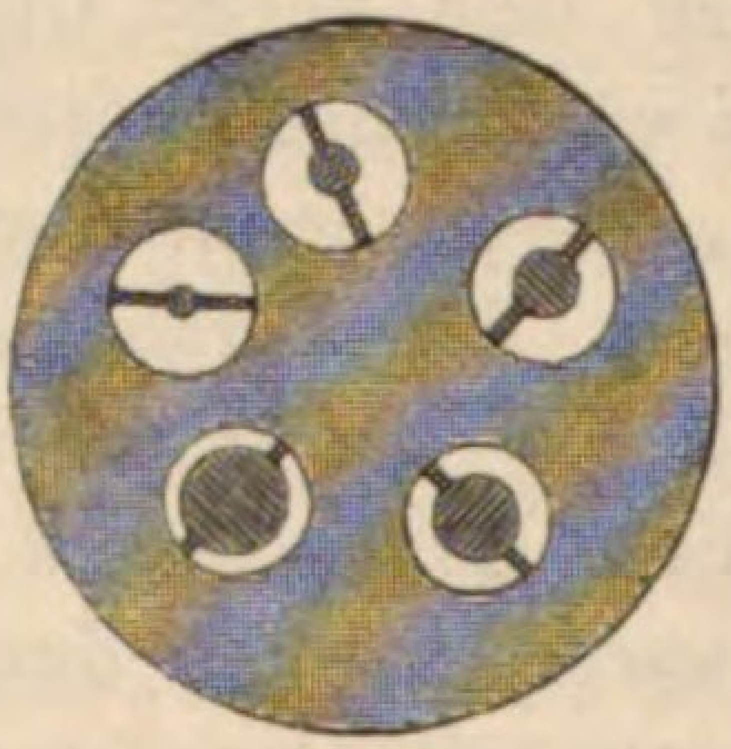
Wenham's Paraboloid.

Aus eigener Erfahrung kenne ich die Brauchbarkeit dieses Apparates nicht; indessen zweifle ich nicht daran, dass er in einzelnen Fällen recht gute Dienste leisten kann. Nur Schade, dass die grosse Mühe, welche die Herstellung eines solchen Paraboloids verursacht, einen hohen Preis bedingt, der Viele abhalten wird, sich dasselbe anzuschaffen. Uebrigens giebt Nachet jetzt auf Verlangen zu seinen Mikroskopen einen Glaskegel (I, S. 247), der ziemlich ebenso wirkt.

Die hier zu Grunde liegende Idee lässt sich aber, wenn auch nicht auf vollkommen gleiche Weise, noch auf einem anderen Wege und mit weniger Kosten zur Ausführung bringen. Es kommt nämlich nur darauf an, von der Seite her schief auftreffende Strahlen den Objecten zuzuführen, und alle näher der Axe befindlichen weniger schief auffallenden Strahlen abzuhalten; denn diese Mittelstrahlen, weit davon entfernt, einen vortheilhaften Einfluss zu üben, tragen nur dazu bei, dass die

kleinen Unebenheiten, welche durch die Randstrahlen hervortreten, wiederum zum Verschwinden gebracht werden. Es verhält sich in gewisser Beziehung hiermit ähnlich, wie mit den Linsensystemen, bei denen das Unterscheidungsvermögen hauptsächlich von den Randstrahlen abhängt, welches daher, statt abzunehmen, sich eher verstärkt, wenn man ein kleines Scheibchen auf das Objectiv legt und dadurch die Axenstrahlen abhält. Solche Scheibchen kann man auch in die Axe des Beleuchtungsapparates einschieben, entweder einzeln für sich, oder indem man sie an die Speichen eines kleinen Rades befestigt, oder indem man sie, wie in Fig. 145, in den Oeffnungen einer um eine Axe sich drehenden Messingscheibe anbringt, oder endlich, indem man sie hinter einander auf eine in einen Messingrahmen gefasste kleine Glasplatte klebt (s. Fig. 154, S. 321). Diese verschiedenen Methoden laufen in der Hauptsache auf das Nämliche hinaus und es ist ziemlich einerlei, welcher von ihnen man den Vorzug giebt.

Fig. 145.



Drehbare Scheibe zum Abhalten der Axenstrahlen des Beleuchtungsapparates.

Es versteht sich aber von selbst, dass ein solches Diaphragma nichts hilft, wenn der Beleuchtungsapparat paralleles Licht ins Gesichtsfeld sendet, und dass es auch wenig leisten wird, wenn derselbe aus einem Hohlspiegel besteht, wodurch blos eine geringe Convergenz oder Divergenz der Strahlen hervorgebracht wird. Soll es wirken, so muss es unter einer Linse oder einem Linsensysteme von kurzer Brennweite angebracht werden, wodurch das vom Spiegel reflectirte Licht stark convergirend oder divergirend wird; dann werden die Randstrahlen, welche in sehr schiefer Richtung ins Gesichtsfeld treten, dasselbe leisten, wie die Strahlen, welche durch Wenham's Paraboloid reflectirt werden.

Zwischen beiden besteht allerdings noch ein Unterschied, insofern nämlich beim Paraboloid die chromatische und bei recht vollkommener Ausführung auch die sphärische Aberration fehlt, die auch beim besten achromatischen Linsensysteme nicht ganz vollständig beseitigt ist. Ich bezweifle jedoch, dass dieser Mangel wirklich auf das Sichtbarwerden der Strichelchen schwieriger Probeobjecte einigen Einfluss übt.

Beleuchtungsapparate, womit nach Willkür die Randstrahlen oder die Axenstrahlen vom Eintritte ins condensirende Linsensystem abgehalten werden können, sind in England nach Gillett's Vorgange schon seit längerer Zeit in Gebrauch, und Ross, Powell u. Lealand, ebenso Smith u. Beck geben dergleichen zu ihren grossen Mikroskopen. Hierher gehört auch Shadbolt's *Sphero-annular condensor*, der nur eine Modification von Wenham's Paraboloid ist. Das Einfachste jedoch ist, man nimmt die früher (I, S. 247, Fig. 130) beschriebene ziemlich

hemisphärische Linse, auf deren flache Seite eine schwarze Scheibe geklebt wird, befestigt sie in einer kurzen Hülse und trifft eine Einrichtung, vermöge deren sie unter dem Objecttische höher oder tiefer gestellt werden kann. Schon seit einiger Zeit wurde manchem englischen Mikroskope eine solche Linse beigegeben zur Beleuchtung auf einem dunkeln Hintergrunde, ehe noch Dr. Hall (*Quart. Journ.* 1856, Nr. XV, p. 207) darauf aufmerksam machte, dass die nämliche Linse bei stärkeren Objectiven sehr geeignet ist, die Strichelchen schwerer Probeobjecte sichtbar zu machen und theurere Beleuchtungsapparate zu ersetzen. Ich habe eine solche hemisphärische Linse mit kurzer Brennweite (10 Millim.) hierzu auch sehr passend gefunden, wenngleich das ganze Sehfeld dadurch etwas Nebeliges bekommt, wahrscheinlich in Folge der starken sphärischen Aberration der Randstrahlen; ich erachte dieselbe für eine sehr zweckmässige Beigabe der kleineren, mit weniger guten Beleuchtungsapparaten versehenen Mikroskope, deren Preis dadurch nur wenig erhöht werden kann.

Wenn der concave Spiegel sich auf und ab bewegen lässt, so ist 99
offenbar damit schon ein Mittel geboten, das Licht zu verstärken und zu schwächen, daher man für diesen Zweck eigentlich keine Linsen oder Linsensysteme in die Bahn der Strahlen zu bringen braucht. Indessen verknüpfen sich mit diesen doch besondere Vortheile, und so wird ihnen von Manchen nicht ohne Grund der Vorzug gegeben. Zunächst lässt sich eine Linse leichter hoch und niedrig stellen, als der viel schwerere Spiegel; dann aber können auch, wenn man einen Hohlspiegel mit einer Linse vereinigt, den Lichtstrahlen die verschiedenartigsten Richtungen ertheilt werden, wie früherhin (I, §. 207) entwickelt worden ist. Wenn auch keiner der jetzt gebräuchlichen Beleuchtungsapparate ganz nach den dort entwickelten Principien eingerichtet ist, so zweifle ich doch nicht daran, dass dieselben bald allgemeinere Anwendung finden werden, da Theorie und Erfahrung für dieselben sprechen.

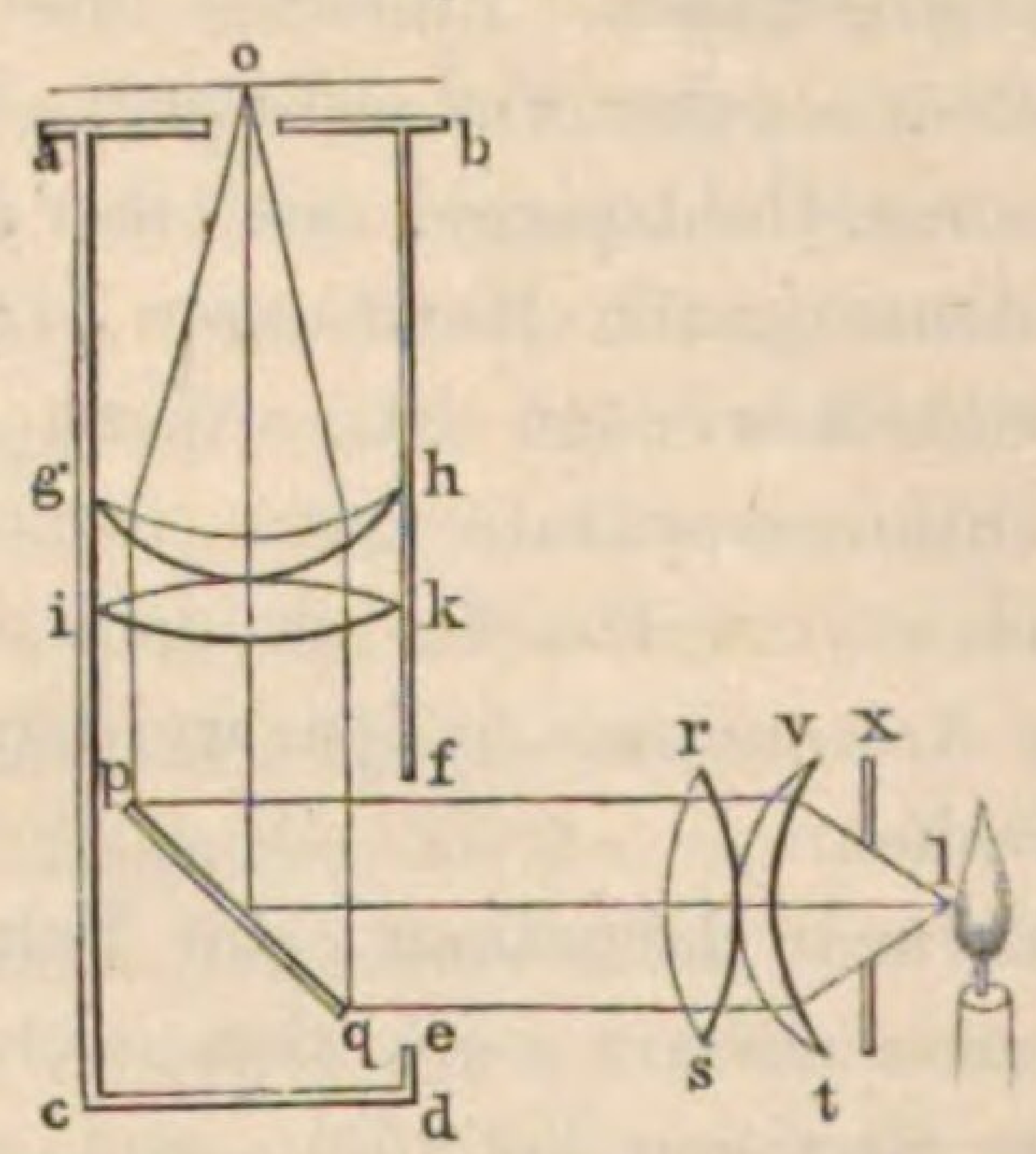
Durch Brewster (*Treatise*, p. 135) wurde dargethan, die Beleuchtung mikroskopischer Objecte müsse immer derart sein, dass sich das Object gerade im Vereinigungspunkte der Strahlen befindet, und somit das ins Mikroskop eintretende Licht von Einem Punkte aus divergirt. Dieses Princip wurde in dem Beleuchtungsapparate Wollaston's (*Philos. Transact.* 1829, p. 9) festgehalten, der zu seinem einfachen Mikroskope mit den Doublets gehört und in Fig. 35, S. 64, dargestellt ist. Das Licht fällt hier auf den flachen Spiegel *f*, geht bei *i* durch die Oeffnung eines kurzen Rohres, erreicht dann die planconvexe Linse *e* und concentrirt sich bei *o* auf dem Objecte. Wollaston wollte alles so eingerichtet haben, dass an der Stelle des Objectes ein scharfes Bild der Oeffnung bei *o* gesehen würde; um dies besser zu können, sollte in diese Oeffnung

mit Wachs ein Faden geklebt werden, dessen Bild scharf auf dem Objecttische hervortreten müsste.

Brewster hob aber mit Recht hervor, dass auf diese Weise dem aufgestellten Principe durchaus nicht genügt werde: sieht man das Bild der Oeffnung scharf, dann haben sich die parallelen Strahlen, welche durch den Spiegel reflectirt werden, bereits unterhalb des Objectes in Einem Punkte vereinigt und auf das Object selbst fällt ein Bündel divergirender Strahlen. Die Richtigkeit dieses Princips für alle Fälle ist indessen nicht über jeden Zweifel erhoben, und daraus erklärt sich auch das Schicksal des Wollaston'schen Beleuchtungsapparates, nachdem ihn Goring auf das zusammengesetzte Mikroskop übertragen hatte, und zwar mit der Veränderung, dass die Linse in einer unter dem Objecttische befindlichen, nach unten kegelförmig zulaufenden Röhre höher und tiefer gestellt werden konnte.

100 Der planconvexen Beleuchtungslinse Wollaston's, deren gerade Fläche aufwärts gerichtet ist, liegt schon der Gedanke zu Grunde, den Einfluss der sphärischen und chromatischen Aberration minder schädlich zu machen. Brewster ging aber weiter und wollte den Beleuchtungsapparat gleich frei davon haben, wie den übrigen optischen Theil des Mikroskopes. Er benutzte daher den in Fig. 146 abgebildeten Beleuchtungsapparat. Hier ist *abcd* ein innen geschwärztes Rohr von $1^1/_2$ bis 2 engl. Z. Länge. Es hat bei *ef* eine Oeffnung und muss durch ein Gelenk oder sonst auf eine Weise mit dem Objecttische verbunden sein, so dass die Axe des Rohres zwischen 90°, als der gewöhnlichen Stellung, und 60° oder noch weniger geneigt sein kann, je nachdem es die Umstände erfordern. Ueberdies muss es sich um seine Axe drehen können. In diesem Rohre befindet sich das Doublet *gh* und *ik*, welches aberrationsfrei ist, $^1/_2$ bis 1 Zoll Brennweite hat, und durch einen Trieb höher oder tiefer gestellt werden kann, so dass der Brennpunkt paralleler Strahlen oder der Vereinigungspunkt divergirender Strahlen gerade auf *o* fällt, wo das zu untersuchende Object liegt. Etwas unterhalb befindet sich ein ebener Metallspiegel *pq*, welcher das durch die Oeffnung *ef* eindringende Licht zum Doublet reflectirt.

Fig. 146.



Brewster's Beleuchtungsapparat.

Bei der Beleuchtung durch künstliches Licht benutzt Brewster noch ein zweites Doublet *rs* und *vt*. Da die Lichtflamme in dessen Brenn-

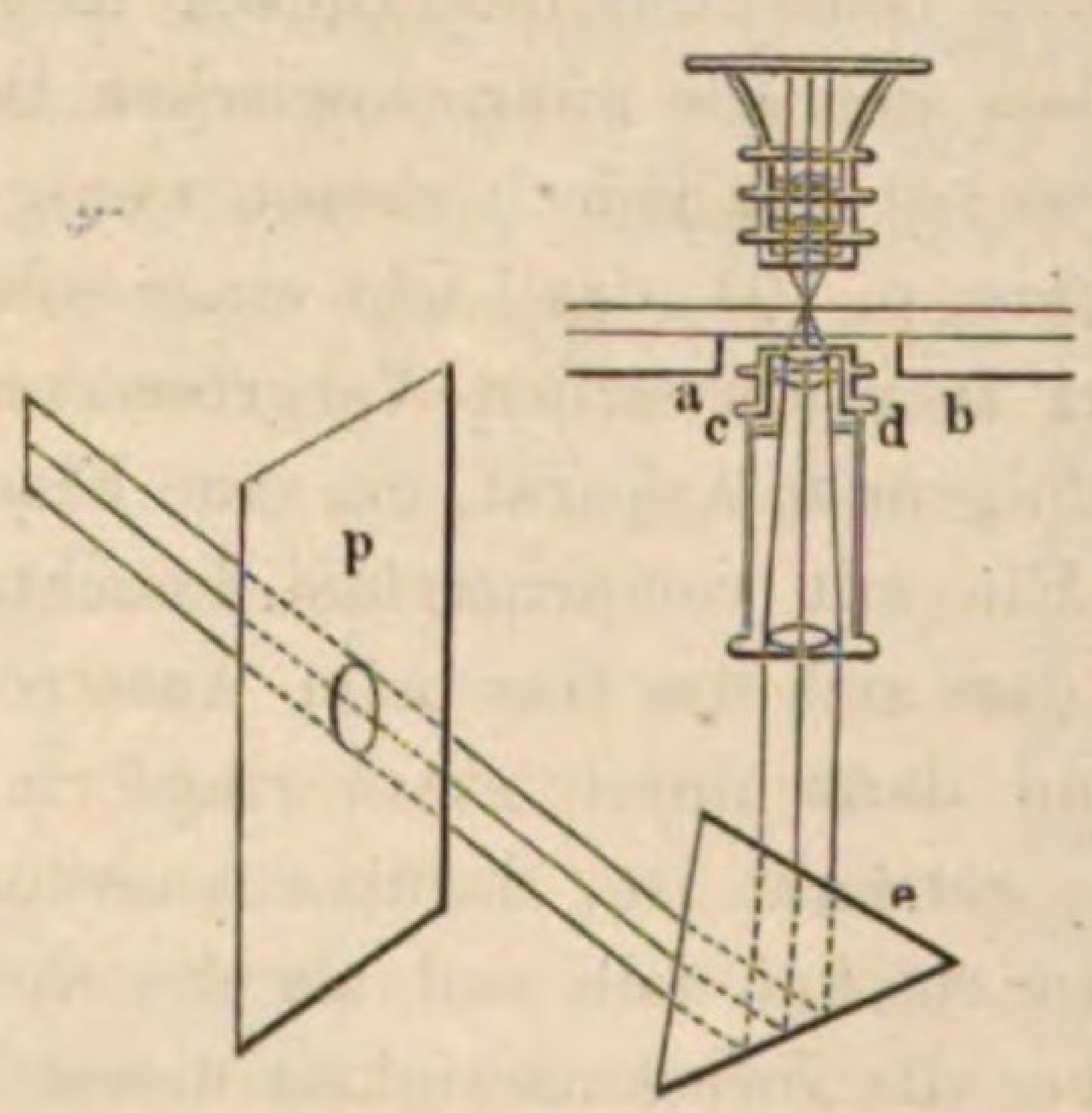
punkte *l* befindlich ist, so fällt ein Bündel paralleler Strahlen auf den Spiegel. Zwischen die Flamme und dieses Doublet kommt noch ein Diaphragma *xy* mit verschiedenartigen Oeffnungen; denn bei kreisförmigen Objecten giebt er runden Oeffnungen den Vorzug, bei gestreiften Objecten dagegen nimmt er lieber spaltenförmige Oeffnungen.

Zur Beseitigung der chromatischen Aberration schlug Brewster zweierlei vor, entweder die Beleuchtungslinsen achromatisch zu machen, oder einfarbiges Licht zu verwenden. Letzteres kann aber auf verschiedene Weise erzielt werden. So empfiehlt er eine Art Lampe, in deren Behälter sich verdünnter Weingeist befindet; dieser sinkt allmälig in eine kleine metallene Schüssel, unter welcher eine zweite Alkohollampe brennt und den verdünnten Weingeist erwärmt, der dann angezündet mit gelber Flamme brennt. Statt des verdünnten Weingeistes kann man auch eine weingeistige Solution von Küchensalz nehmen; in einer gewöhnlichen Alkohollampe hat man damit eine gelbe Flamme, und durchs Prisma kann man sich leicht davon überzeugen, dass das Licht beinahe monochromatisch ist. Nach Brewster soll es durch concentrirende Linsen möglich sein, dieses Licht so zu verstärken, dass sich alle mikroskopischen Beobachtungen damit ausführen lassen. Das hat mir jedoch ebenso wenig gelingen wollen, als Goring (*Micrographia*, p. 79); das Licht einer solchen Flamme ist ganz schwach und nur bei sehr schwachen Vergrösserungen benutzbar. Brewster empfahl ferner folgenden Apparat, um eine Flamme einfarbigen Lichtes zu bekommen. Ein mit comprimirtem Leuchtgase gefüllter Behälter ist so eingerichtet, dass sich das Gas beim Ausströmen mit atmosphärischer Luft vermengt und dann durch einen ringförmigen Docht tritt, der mit einer Salzsolution getränkt ist; darüber angezündet brennt das Gas mit gelber Flamme, die stärker sein soll als die vorige. Aus eigener Erfahrung vermag ich über die Zweckmässigkeit dieser Einrichtung nichts anzugeben. Aber auch noch auf andere Weise wollte Brewster das Licht monochromatisch machen: es sollte durch verschiedenartig gefärbte Medien gehen, oder der Spiegel sollte einem bestimmten Abschnitte des prismatischen Spectrums zugekehrt werden. Indessen bekannt genug ist die Schwierigkeit, um nicht zu sagen die Unmöglichkeit, farbige Medien, seien es Gläser oder Flüssigkeiten, vollkommen monochromatisch zu erhalten, ohne dass das Licht dadurch zu sehr geschwächt wird. Das Auffangen eines bestimmten Abschnittes des Spectrums hinwieder ist praktisch so schwierig auszuführen, dass eine durchgreifende Benutzung dieses Verfahrens gewiss nicht erwartet werden darf, wenn auch neuerdings der Abt Graf Fr. Castracane *degli Antelminelli* (Brief an Pater Secchi in den *Acta dei Nuovi Lincei* 1864. XVII.) von dieser Beleuchtungsweise mittelst eines Heliostaten von Foucault und eines stark zerstreuenden Prismas Gebrauch gemacht hat. Fing er den blaugrünlichen Theil des Spectrums auf, so konnte er schon mit Amici's

Objectiv Nr. 3 die Striche auf *Pleurosigma angulatum* unterscheiden, wozu doch bei Benutzung gewöhnlichen Lichtes Objectiv Nr. 5 erfordert wird. Dessen ungeachtet bleibe ich der Meinung, dass die monochromatische Beleuchtung für alle Zeiten ein sehr unvollkommenes Hülfsmittel bleiben wird. Denn erstens ist es nicht möglich, auf irgend eine Weise vollkommen einfarbiges Licht zu erhalten, das nur aus Strahlen von ganz gleicher Brechbarkeit besteht. Zweitens wird jedes Licht, das sich einem solchen Zustande nähert, durch die angewandten Mittel so geschwächt sein, dass es zu etwas stärkeren Vergrösserungen sich nicht eignet. Drittens aber ermangelt jedes farbige Licht des dem weissen Lichte zukommenden Vorzuges, einen starken Contrast zu dem schwarzen Schatten zu bilden, wodurch die Objecte bei durchfallendem Lichte allein noch erkennbar werden.

101 Aus diesen Gründen darf der im Jahre 1838 von Dujardin (*L'Institut*, Nr. 247, p. 307) beschriebene Beleuchtungsapparat (Fig. 147), der sich in der Hauptsache allerdings auch auf das Brewster'sche Princip stützt, als eine Verbesserung angesehen werden. Das Licht wird hier ebenfalls durch einen Spiegel oder noch besser durch das Prisma *e* aufgefangen. Dasselbe wird dann concentrirt durch ein Objectivsystem *ab* aus zwei oder drei achromatischen Doppellinsen, deren ebene Flächen nach aufwärts sehen. Die Entfernung vom Objecttische ist eine veränderliche, damit der Brennpunkt gerade aufs Object trifft. Um das Licht abzuhalten, welches nicht zur Beleuchtung des Objectes dient, sind zwei Diaphragmen angebracht, das eine *p* vor dem Spiegel oder dem Prisma, das andere *cd* unter dem das Object einschliessenden Rohre. Trécourt und Oberhäuser hatten auf diesen Apparat ein Patent genommen und letzterer gab ihn auch auf Verlangen um den Preis von 50 Francs zu seinen Mikroskopen.

Fig. 147.

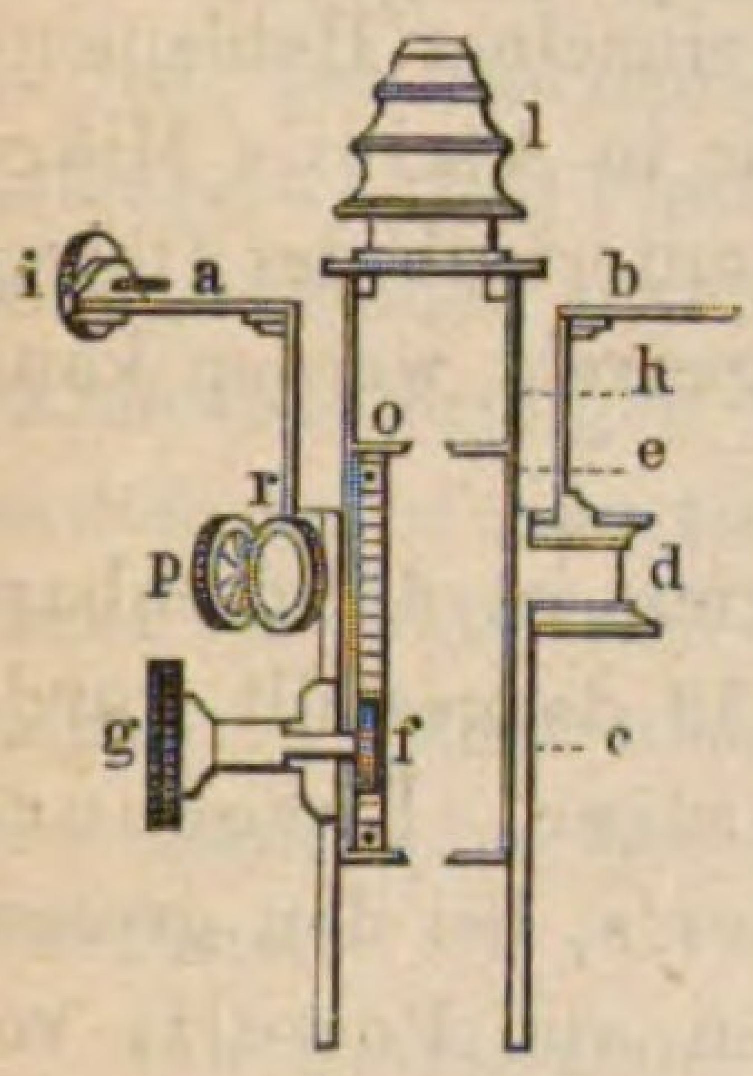


Dujardin's Beleuchtungsapparat.

Dem Beispiele Dujardin's sind späterhin andere gefolgt. Einer ähnlichen Einrichtung bei Amici's neueren Mikroskopen ist schon oben (§. 58) gedacht worden. Vorzüglich aber haben die englischen Optiker mit ihrer gewöhnlichen Kunstfertigkeit den achromatischen Beleuchtungsapparat in mechanischer Beziehung sehr verbessert und er gehört gegenwärtig stets zu ihren grösseren Mikroskopen. Ross, Powell, Smith verfertigen ihn, abgerechnet einige kleine Modificationen, in den Haupt-

punkten auf die nämliche Weise; ich will daher nur die von Ross gewählte Einrichtung beschreiben, welche in Fig. 148 im Durchschnitte

Fig. 148.



Beleuchtungsapparat von Ross.

dargestellt ist. Durch die Platte *ab* wird der ganze Apparat an den Objecttisch befestigt. Es gehört *c* zu einem weiten Rohre, womit ein Ring *d* verbunden ist, und in dieses ist ein engeres Rohr *e* eingelassen mit einem bei *f* befindlichen Triebe, dessen geränderter Knopf bei *g* hervorsteht. In diesem zweiten Rohre steckt das noch engere Rohr *h*, welches oben einen Schraubengang hat, um das Linsensystem *l* darauf zu befestigen, unten aber das Diaphragma *o* besitzt, um das überflüssige Licht abzuhalten. Durch Umdrehen des Knopfes *g* kann dieses innerste Rohr auf- und niedergeschoben werden. Mehrere Schrauben dienen dazu, die Axe dieses Apparates mit der Axe des Mikroskoprohres zusammenfallend zu machen: durch die Schraube *i* wird die Platte *ab* horizontal bewegt, und drei oder noch mehr andere (zwei davon sind bei *p* und *r* sichtbar), welche durch den Ring gehen, sind dazu bestimmt, das innerste Rohr in verschiedenen Richtungen zu bewegen. Ohne das achromatische Linsensystem kostet dieser Apparat 2 Pfund Sterling.

Was die Beleuchtungslinsen selbst betrifft, so gilt es bei den englischen Mikroskopen als Regel, dass jenes Objectiv in den Beleuchtungsapparat kommt, welches dem als wirkliches Objectiv gebrauchten in der Schärfe vorhergeht. Kommt es aber nicht auf die Kosten an, so wird ein System von drei achromatischen Doppellinsen beigegeben, die ausdrücklich dafür bestimmt sind: zum stärksten Objective nimmt man das gesammte System, zu den Objectiven von mittlerer Stärke benutzt man zwei von diesen Doppellinsen, und bei schwächeren Vergrösserungen nur eine einzige. Dabei findet die Anweisung statt, dafür zu sorgen, dass das Bild der Lichtquelle, also die Flamme einer Lampe oder eine weisse Wolke, genau auf die Stelle des Objectes fallen und zwar so, dass der Mittelpunkt des Bildes in der Axe des Instrumentes liegt.

Die Engländer haben sich neuerer Zeit auch immer mehr darauf verlegt, den Linsensystemen dieser Beleuchtungsapparate eine grosse Oeffnung zu verschaffen, damit sehr stark divergirende oder convergirende Strahlenbündel auf das Object treffen können. Namentlich haben sich Powell und Lealand darin hervorgethan, und bereits 1859 lieferten diese einen achromatischen Condensator mit 170° Oeffnung (*Quart. Journ.* XXX, p. 106).

Ein Nachtheil klebt aber allen bisher beschriebenen Beleuchtungsapparaten an: sie passen nur zur centrischen Beleuchtung, da die Linsen in den

Röhren sich nicht in eine schiefe Stellung bringen lassen, also kein excentrisches concentrirtes Licht auf das Object zu leiten vermögen. Dies fällt selbst mit einem achromatischen Linsensysteme sehr schwer und bedarf man eines solchen Lichtes, dann leistet ein einzelner Hohlspiegel bessere Dienste, oder eine planconvexe Linse, die wie in Amici's Mikroskope (Fig. 89, S. 169) an einer besonderen Stange unterhalb des Objecttisches sich auf und abschiebt, dabei auch zur Seite gedreht werden kann.

102 Das jetzt am meisten gebräuchliche Diaphragma ist die drehbare, mit Löchern versehene Scheibe, welche schon in Fig. 39 dargestellt wurde. Sie findet sich bei den Mikroskopen von Chevalier, Lerebours, Brunner, bei den kleinen Mikroskopen Oberhäuser's, bei den grossen Mikroskopen Nachet's, sowie bei den Instrumenten von Powell, von Ross, von Smith. Bei den drei letzteren ist sie an einer besonderen Platte befestigt, die man nach Belieben unter den Objecttisch bringen und wieder wegnehmen kann, wenn man den achromatischen Beleuchtungsapparat gebrauchen will. Statt der drehbaren Scheibe nahm Goring bei seinem katadioptrischen Mikroskope eine verschiebbare Platte mit mehreren Oeffnungen. Eine ähnliche Art von Diaphragmen benutzt auch Nachet bei seinen kleineren Mikroskopen. Die Wirkung ist ziemlich die nämliche; allein eine solche Platte ist weniger bequem als eine Scheibe, die sich durch den eingekerbten Rand viel leichter mit Einem Finger herumdrehen lässt.

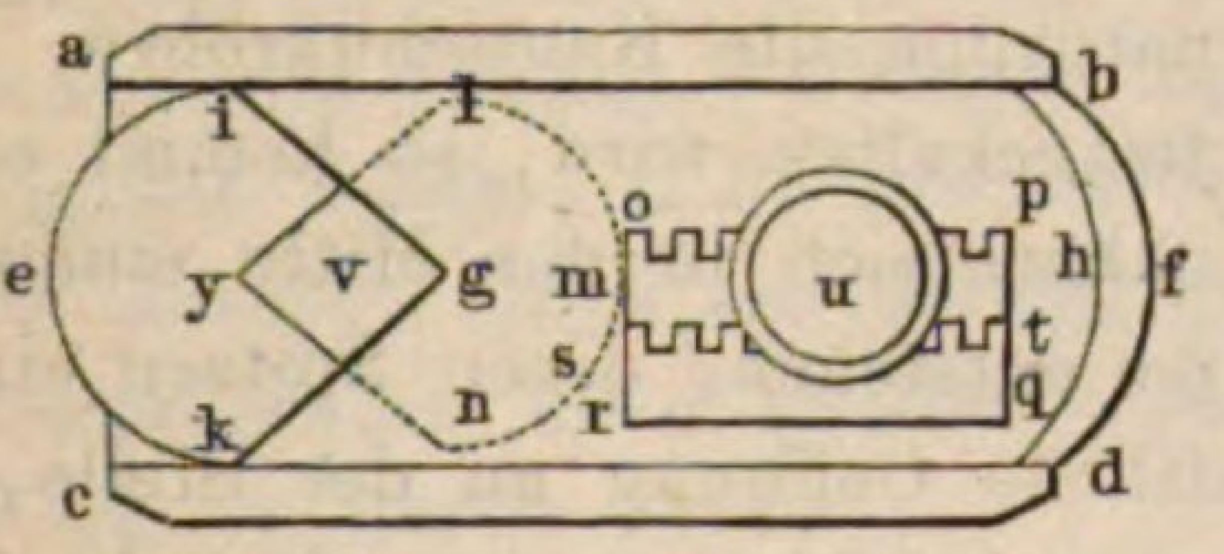
Oberhäuser und Powell fügen ihren Mikroskopen noch ein anderes drehbares Diaphragma bei, das grösser ist, aber ebenfalls eine Scheibe mit runden Oeffnungen von verschiedener Grösse darstellt. Dieses Diaphragma kommt perpendiculär oder unter einem bestimmten Neigungswinkel auf ein dazu bestimmtes Fussstück, zwischen die Lichtquelle und den Spiegel; es passt hauptsächlich bei künstlichem Lichte, um den Durchmesser des divergirenden Lichtkegels, der auf den Spiegel fällt, zu verändern.

Einer anderen Art von Diaphragmen bedienen sich Varley, Oberhäuser und dessen Nachfolger Hartnack, und weiterhin auch noch andere Optiker. Varley beschrieb sie 1831 als *Camera obscura* (*dark chamber*) in den *Transact. of the Soc. of Arts.* Vol. 48. In Deutschland nennt man sie Cylinderblendungen. Es sind nämlich, wie in der Nebenfigur von Fig. 82, S. 149 zu ersehen ist, kurze Röhrchen, die oben geschlossen sind und dort bei *o* eine grössere oder kleinere Oeffnung besitzen. An dem auf S. 151 beschriebenen Mikroskope haben diese Oeffnungen Durchmesser von 4,1 und 0,5 Millimeter. Die kleinsten sind für die stärksten Linsensysteme bestimmt. Ein solches Röhrchen kommt in ein weiteres Rohr (*qp* in Fig. 82) unter dem Objecttische, das wieder in die runde Oeffnung einer Platte passt, worin es auf- und niederbewegt

werden kann, um auf diese Weise das vom Spiegel kommende Lichtbündel verschmälert oder mehr breit eindringen zu lassen. Bei den älteren Oberhäuser'schen Mikroskopen geschieht das durch einen Hebel, und die Diaphragmen können nur nach Entfernung des Objectes gewechselt werden; bei den neueren Instrumenten dagegen (Fig. 83 *A*, S. 151) ist es verbessert. Die Platte nämlich, worin jenes das Diaphragma *a* enthaltende Röhrchen *p* sich auf- und niederbewegt, ist in den beiden schwalbenschwanzförmigen Leisten *rr* verschiebbar und kann herausgezogen werden, wenn man ein Diaphragma mit einem anderen vertauschen will. Damit verbindet sich auch noch der Vortheil, dass man die Oeffnung gewünschten Falles ausserhalb der Axe bringen kann und der Schatten ihres Randes ins Gesichtsfeld trifft, was in einzelnen Fällen vortheilhaft sein kann.

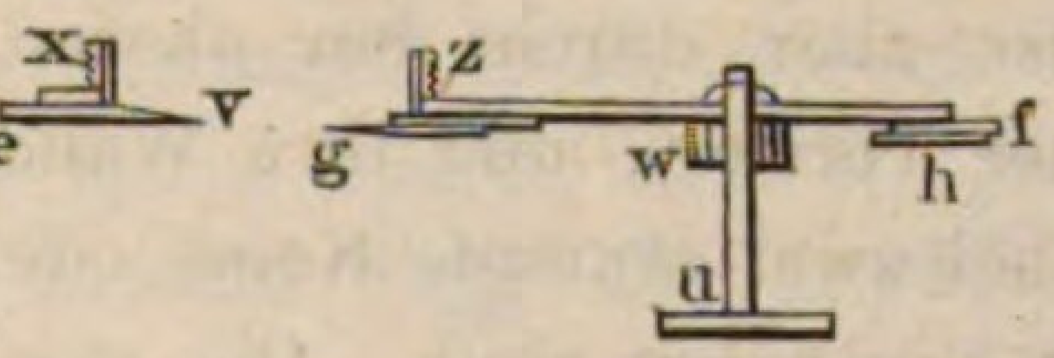
Ein Diaphragma von ganz eigenthümlicher Construction, das meines Wissens noch nicht beschrieben worden ist, befindet sich an einem in Utrecht befindlichen Mikroskope von Dollond. Dasselbe ist von der untern Seite in Fig. 149 und im Durchschnitt in Fig. 150 dargestellt.

Fig. 149.



Diaphragma eines Dollond'schen Mikroskopes von unten.

Fig. 150.



Diaphragma eines Dollond'schen Mikroskopes im Durchschnitte.

Die länglich vierseitige Platte *abcd* hat zwei seitliche Leisten, die rinnenförmig ausgeschweift sind, um zwei andere Platten aufzunehmen, die übereinander gleiten können. Diese letzteren haben rechtwinkelige Ausschnitte und bilden so zusammen eine vierseitige Oeffnung *v*, deren Grösse je nach der relativen Stellung beider Platten wechselt. In der ersten dieser Platten, nämlich *ef*, kommen zwei Oeffnungen vor, *ylmn* und *oprq*, welche letztere längs des Rades *op* gezahnt ist. Die zweite oder untere von den beweglichen Platten, nämlich *gh*, ist die kleinere; an ihrem äusseren Ende *g* ist der rechtwinkelige Ausschnitt *igk*, und in der Nähe des andern Endes befindet sich auch eine länglich vierseitige Oeffnung mit dem gezahnten Rande *st*. Der geränderte Knopf *u*, den man in beiden Figuren sieht, setzt das gezahnte Rad *w* in Bewegung, dessen Zähne zu beiden Seiten in die Zähne der beiden Platten eingreifen; diese bewegen sich daher gleichzeitig in entgegengesetzten Richtungen über einander, und dadurch wird die Oeffnung *v* grösser oder klei-

ner. Damit die Ränder dieser Oeffnung möglichst in der nämlichen Ebene liegen, sind die Messingplatten an derselben keilförmig zugeschärft, wie man in Fig. 150 sieht. Die feste Platte *abcd* hat gleich über *v* eine runde Oeffnung mit einem Ringe *xz*, wodurch das Diaphragma unter dem Objecttische angeschraubt wird.

Diese Einrichtung gestattet alle Stufen der Lichtintensität einwirken zu lassen. In dieser Beziehung wetteifert damit die von Al. Bryson (*Edinb. new Philos. Journ.* 1850. Jan. p. 19) empfohlene Einrichtung, der zwei Nicol'sche Prismen unter den Objecttisch bringt, von denen das eine sich um seine Axe drehen kann. Indessen lassen solche Kalkspathprismen nur einen Theil des Lichtes durch, welches durch den Spiegel reflectirt wird, und zweitens ist diese Einrichtung auch viel zusammengesetzter und deshalb kostspieliger, als die eben beschriebene.

Der Dollond'schen Einrichtung ähnelt die ganz neuerdings von Sidney B. Kincaid (*Quart. Journ.* 1866, p. 75) beschriebene. Unter dem Objecttische wird ein Messingrohr angeschraubt, worin eine Kautschukröhre steckt, die oben wie unten an einen messingenen Ring befestigt ist. Der untere Ring ist mit einem messingenen Röhrchen verbunden, das in dem ersten oder äusseren Messingrohre sich herumdreht. Einer Drehung dieses Ringes folgt natürlich die Kautschukröhre. Da diese aber durch den oberen Ring festgehalten wird, so kommt es zu einer Torsion, und ihre Wandungen nähern sich in der Mitte einander, wobei zwei stumpfe Kegel oder Trichter entstehen, deren Spitzen einander zugekehrt sind. Die gemeinschaftliche Oeffnung an der Stelle, wo diese Spitzen an einander stossen, wird um so kleiner, je weiter die Torsion vorschreitet.

Ferner hat A. Töpler (Poggendorff's *Annalen*, 1866. CXXVII, S. 556) anempfohlen, man solle im Mikroskoprohre, gleich oberhalb des Punktes, wo die vom Objectivsysteme ausgehenden Strahlenbündel sich kreuzen, bei starken Systemen mithin in geringer Entfernung von der obersten Doppellinse, ein verschiebbares Plättchen anbringen. Er bezeichnet diese Einrichtung als Schlierenapparat; es komme dadurch ein Schatten ins Gesichtsfeld und so werde es möglich, geringe Brechungsunterschiede am Objecte zur Wahrnehmung zu bringen. — Ein solcher Schieber wirkt allerdings wie ein verschiebbares Diaphragma, wodurch ein mehr oder weniger grosser Theil des Strahlenbündels abgeschnitten wird. Verschiebbare Diaphragmen unterhalb des Objecttisches sind nun schon seit langer Zeit in Gebrauch (I, S. 236), und man weiss auch, dass einzelne schwer wahrnehmbare Details eher sichtbar werden, wenn durch den Rand der Oeffnung eines solchen Diaphragma im Gesichtsfelde ein Halbschatten entsteht. Es fragt sich daher, ob ein solcher Diaphragmaschieber innen im Mikroskoprohre anders wirkt, als das verschiebbare oder drehbare Diaphragma mit Oeffnungen unterhalb des Objecttisches.

Ich habe Töpler's Einrichtung hierauf geprüft, und die Ueberzeugung gewonnen, dass der nutzbare Effect in beiden Fällen ganz der nämliche ist. Es bestehen daher keine überzeugenden Gründe für ein Annehmen der Töpler'schen Einrichtung, es müsste denn der Beleuchtungsapparat so eingerichtet sein, dass ein bewegliches Diaphragma nur schwer anzubringen wäre; dann könnte man allerdings den Schieber im Innern des Mikroskoprohres in geringer Entfernung vom Objective benutzen. Es wird sich aber in einem solchen Falle immer empfehlen, statt eines kurzen verschiebbaren Plättchens ohne Oeffnungen ein längeres Plättchen oder eine drehbare Scheibe mit ungleich grossen Oeffnungen in das Mikroskoprohr zu bringen. Ein solches inneres Diaphragma kann unter Umständen auch dazu benutzt werden, durch centrische Stellung der Oeffnung einen mehr oder weniger grossen Theil der Randstrahlen abzuschneiden, oder aber einen Theil der Strahlen zunächst der Axe, wenn nicht die Oeffnung selbst, sondern ein Theil der Scheibe in die Bahn des Strahlenbündels gebracht wird.

Ich habe hier auch noch eines Vorschlages von B. W. Richardson (*Quart. Journ.* 1866, p. 10) zu erwähnen, der die schwer zu erkennenden Streifensysteme mancher Diatomeen dadurch sichtbar machen will, dass er die runden Oeffnungen im Diaphragma durch zusammengesetztere Figuren ersetzt, z. B. durch eine grössere Anzahl dichtgedrängter kleiner Löcher, durch sternförmig gruppirte kleine Spalten u. s. w. In einzelnen Fällen kann vielleicht auch auf diesem Wege eine vortheilhafte Wirkung erzielt werden.

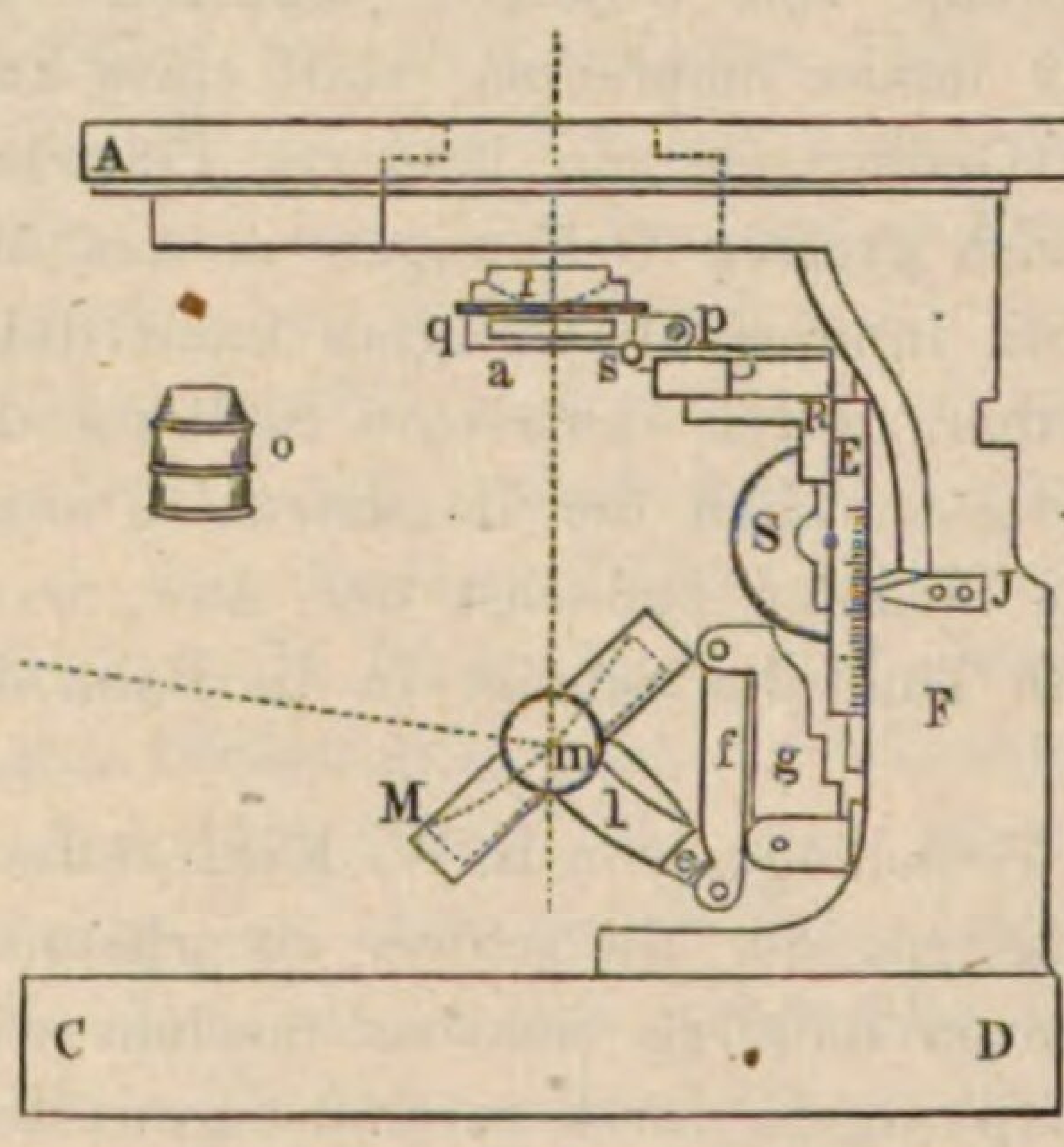
Einen nach den früher (I, §. 203 flg.) entwickelten Principien construirten Beleuchtungsapparat lieferte mir 1850 Nachet, und ich beschrieb ihn in *Nederl. Lancet*, *2de Serie*, VI, p. 457. Später habe ich durch die Instrumentenmacher Straatemeyer und Olland in Utrecht noch einige Verbesserungen daran anbringen lassen. Mittelst dieses Apparates kann man beleuchten: 103

1. mit gewöhnlichen parallelen Strahlen;
2. mit concentrirtem parallelem Lichte;
3. mit divergirendem Lichte von verschiedenem Divergenzgrade;
4. mit convergirendem Lichte von verschiedenem Convergenzgrade;
5. mit schief einfallendem Lichte, und zwar unter verschiedenen Einfallswinkeln, bei parallelen sowohl als bei convergirenden oder divergirenden Strahlen;
6. mit Axenstrahlen, unter Ausschluss von mehr oder weniger vielen Randstrahlen;
7. mit Randstrahlen, unter Ausschluss von mehr oder weniger vielen Axenstrahlen.

Dieser Beleuchtungsapparat ist in halber Grösse in Fig. 151, 152

und 153 dargestellt, und zwar so, wie er an ein grosses Oberhäuser'-sches Mikroskop befestigt ist. Er kann aber auch an jedes andere Mikroskop kommen, wo zwischen dem Objecttische und dem Fusse des Instrumentes (sie sind in den Figuren mit AB und CD bezeichnet) hinreichender Raum übrig bleibt.

Fig. 151.



Der Spiegel M ist auf der einen Seite eben, auf der anderen concav; die Brennweite des Conçavspiegels beträgt 45 Millimeter. Der Spiegel hängt auf gewöhnliche Weise in dem Bügel l, der nach unten mit dem Stück e in Verbindung steht mittelst eines Stiftes, um den er sich drehen kann. Bei centrischer Stellung des Spiegels, wie in Fig. 151, wo sein Mittelpunkt in der optischen Axe des ganzen Instrumentes liegt, ist er daher nur in der horizontalen und verticalen Ebene beweglich.

Fig. 152.

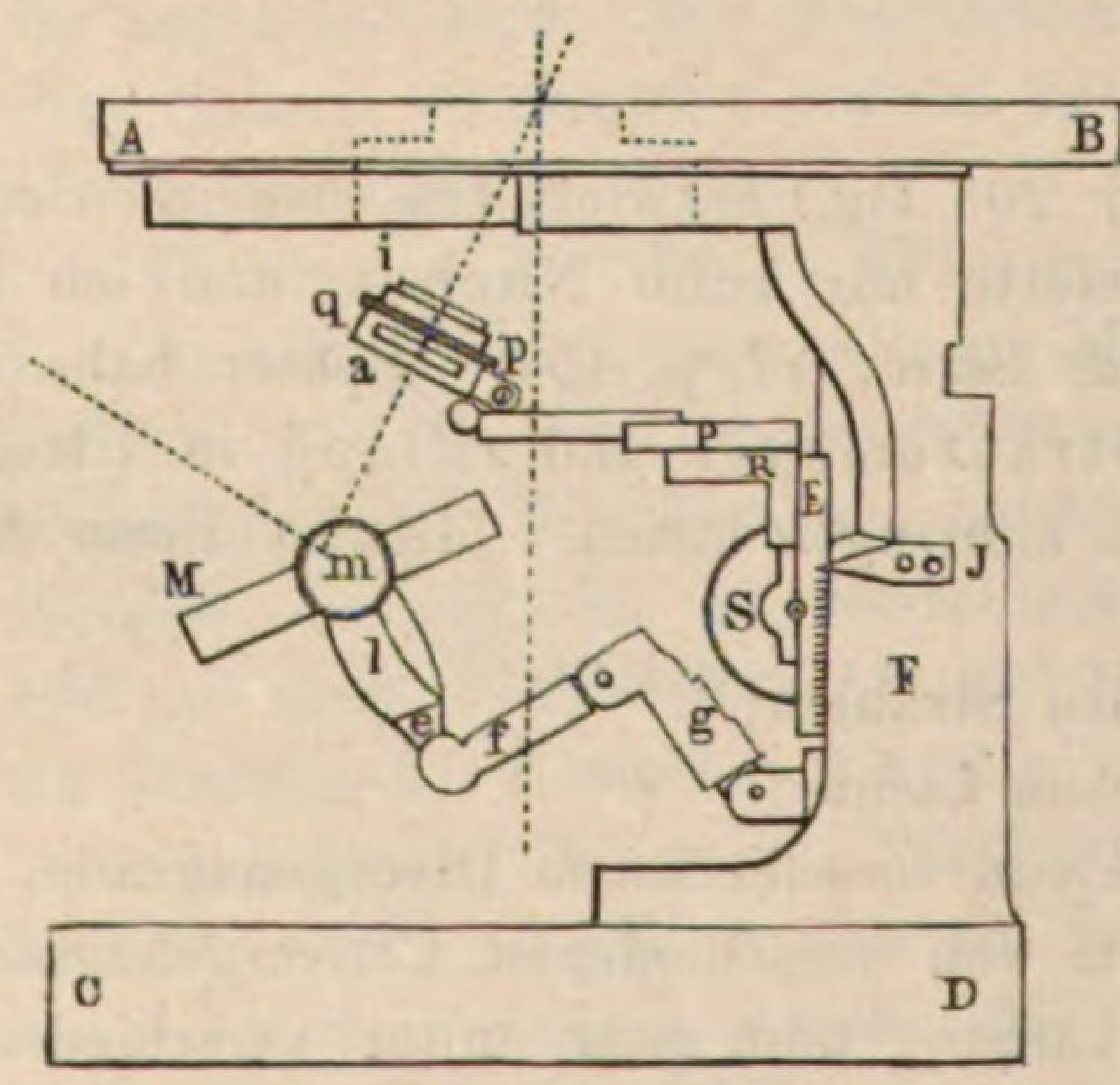
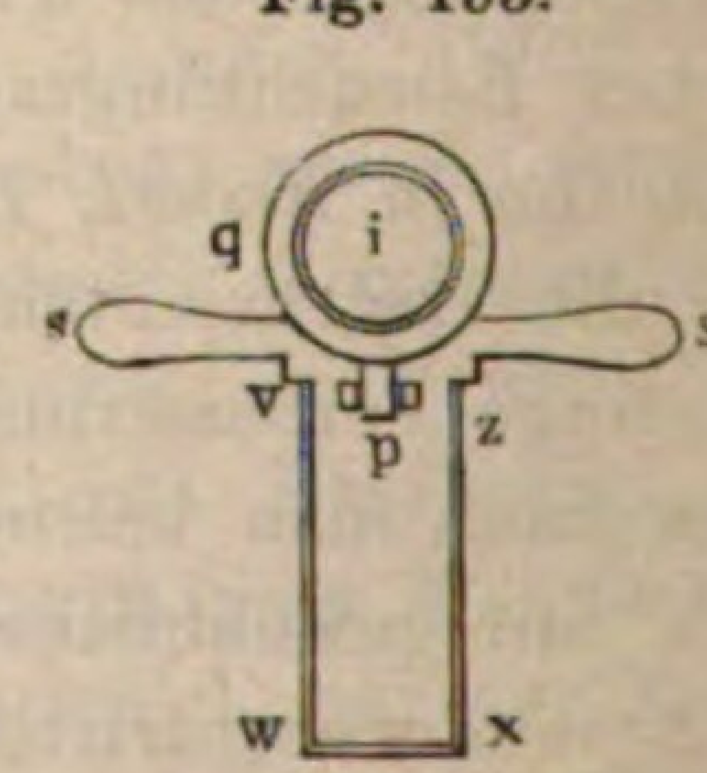


Fig. 153.



Harting's vollständiger Beleuchtungsapparat.

Für die excentrische Stellung sind die durch Charniergelenke verbundenen Stücke e, f und g bestimmt, deren Einrichtung aus Fig. 152 ersichtlich ist. (Die verschiedenen Einschnitte am Stücke g dienen blos dazu, für die Bewegung des Stückes E Raum zu schaffen.) Durch diesen

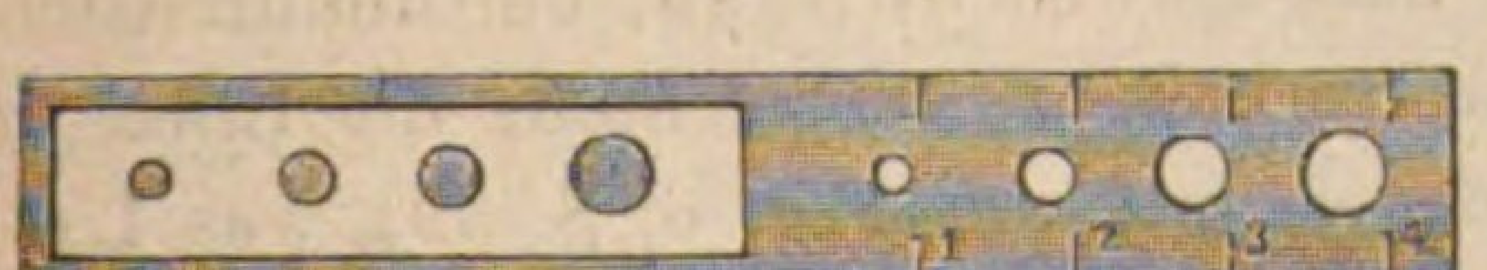
gegliederten Arm kann man den Spiegel mannigfach gegen die Fläche des Objecttisches neigen, von 40° bis zu 90°, oder in Beziehung zur optischen Axe von 0° bis 50°. Eine planconvexe Linse *i* von 13,5 Millimeter Brennweite (wegen anderer Zwecke ist sie am besten achromatisch), die man nöthigenfalls mit einem achromatischen Linsensysteme von kürzerer Brennweite vertauscht, steckt in einem Ringe, der in einen zweiten Ring *q* geschraubt werden kann. Der letztere, wie aus Fig. 153 ersichtlich, ist durch ein Charnier *p* mit der Platte *vwxz* verbunden; diese Platte aber hat schief abgeschnittene Ränder, und lässt sich auf dem Stücke *P* hin- und herschieben, zu welchem Ende beiderseits die kleinen Handhaben *ss* daran angebracht sind. Bei der stärksten Zurückschiebung befindet sich der Mittelpunkt der Linse oder des Linsensystems gerade in der optischen Axe.

Um die Linse oder das Linsensystem höher oder tiefer stellen zu können, ist das Stück *P* mittelst des knieförmig gebogenen Stücks *R* an *E* befestigt, welches durch einen Trieb, wozu der Knopf *S* gehört, auf- und abbewegt werden kann. Auf *E* ist aber eine Eintheilung in Millimeter eingeschnitten und durch den unbeweglichen Index *J* wird der relative Stand der Linse angegeben. In einer kleinen Tabelle kann man sich dann ein für alle Mal verzeichnen, was man späterhin beim Gebrauche dieses Beleuchtungsapparates zu wissen braucht.

Zunächst gehört zu diesem Beleuchtungsapparate ein Diaphragma, welches eine Nachahmung des eben beschriebenen Dollond'schen Diaphragma (Fig. 149 und 150) ist; es wird mittelst einer Schraube unten an den Ring *q* befestigt. Damit kann man das Lichtbündel bis zu jedem gewünschten Grade verschmälern, indem man Randstrahlen abschneidet.

Da es aber in vielen Fällen vortheilhaft ist, wenn die Oeffnung des Diaphragma nicht gerade mitten unter der Linse sich befindet, so gehört noch das in Fig. 154 dargestellte Diaphragma dazu, nämlich eine länglich vierseitige Messingplatte mit ungleich grossen Oeffnungen, welche in dem die Linse tragenden Ringe hin- und hergeschoben werden kann. Mit dieser Platte ist auch noch ein kleiner Rahmen verbunden, worin sich eine Glastafel befindet, auf welche geschwärzte runde Stanniolscheibchen von ungleicher Grösse aufgeklebt sind. Kommen diese unter die Linse, so lässt sich damit ein mehr oder weniger grosser Theil der Axenstrahlen abschneiden. Der Rahmen und die damit verbundene Glasplatte haben eine solche Länge, dass, wenn sich ein solches undurchsichtiges Scheibchen genau mitten unter der Linse befindet, die gleichnamige Ziffer 1, 2, 3

Fig. 154.



Diaphragma zu Harting's Beleuchtungsapparate.

oder 4 auf der anderen Platte gerade unter den Rand des Objecttisches kommt; dadurch ist man in den Stand gesetzt, den Scheibchen eine centrische Stellung zu ertheilen.

Wie dieser Beleuchtungsapparat benutzt wird, ist leicht einzusehen. Sind die Brennweiten des Spiegels und der Linse oder des Linsensystemes bekannt, so kann man mit Hülfe der eingeschnittenen Scala deren relative Abstände leicht dergestalt regeln, dass man nach Verlangen parallele, concentrirte oder nicht-concentrirte, divergirende oder convergirende Strahlen bei jeglicher Neigung zur Axe ins Gesichtsfeld zu leiten vermag. Dabei braucht man sich nur zu erinnern, dass, wenn die Entfernung zwischen der Linse und dem Hohlspiegel der Summe ihrer beiderseitigen Brennweiten gleichkommt, das Licht, welches durch die Linse tritt, aus parallelen Strahlen besteht. Stellt man die Linse tiefer, so nimmt die Divergenz der Strahlen zu, stellt man sie höher, so nimmt ihre Convergenz zu. Ebenso verhält es sich mit dem Linsensysteme; wegen der kürzeren Brennweite desselben kann man aber die Strahlen stärker divergirend und convergirend machen.

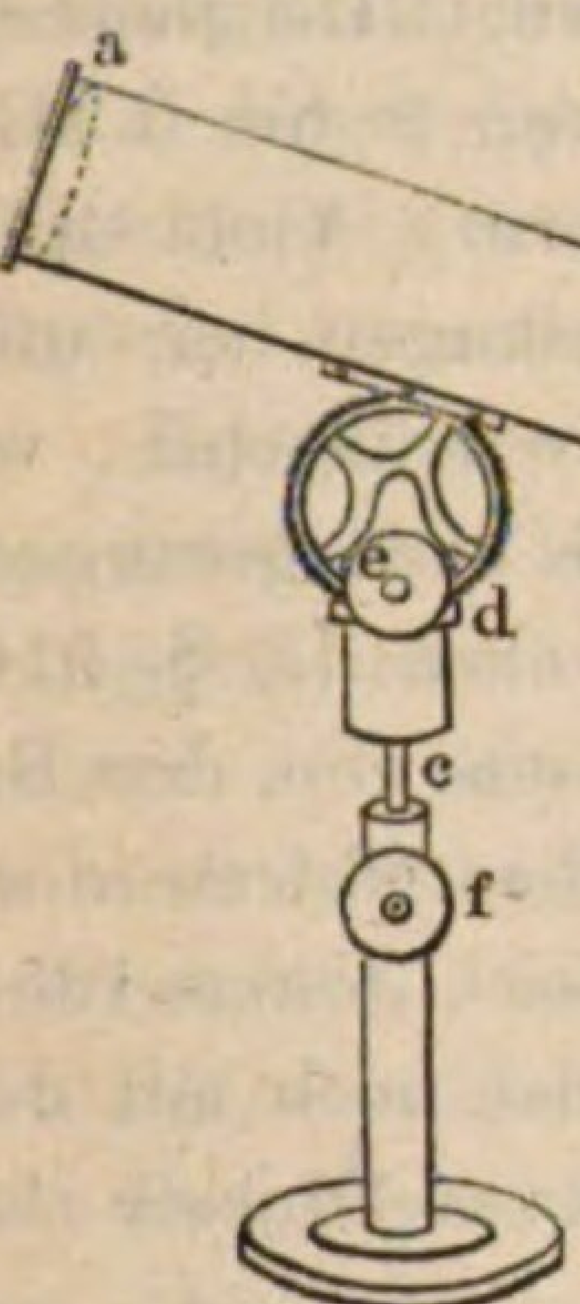
Soll die Beleuchtung mit schief einfallendem Lichte stattfinden, so wird das Stück *P* nach vorn geschoben, ohne dass man den Spiegel zugleich ebenso bewegt. Will man aber ganz schief einfallendes Licht, dann wird auch der Spiegel nach vorn geschoben und den die Linse umfassenden Ring bringt man in eine geneigte Stellung, wie in Fig. 152.

Bei dieser excentrischen Stellung des Beleuchtungsapparates wirken dann die verschiedenen Diaphragmen ganz ebenso, als wenn sie sich in der Axe des Mikroskopes befinden.

104 Die Beleuchtung mit auffallendem Lichte, haben wir gesehen, ist beim zusammengesetzten Mikroskope seit der ältesten Zeit im Gebrauche. Es wurde schon angegeben, dass Hooke zu diesem Ende das Licht durch eine mit Wasser gefüllte Kugel und eine biconvexe Linse verstärkte (Fig. 59, S. 99), dass Hertel einen Hohlspiegel in Verbindung mit einer Linse benutzte (Fig. 68, S. 112), dass Leeuwenhoek, um undurchsichtige Objecte mit dem einfachen Mikroskope zu beleuchten, die Linse in die Mitte eines concaven Metallspiegels brachte (Fig. 6, S. 39), was Lieberkühn weiterhin allgemein einführte, Cuff (Fig. 71, S. 115) aber auch aufs zusammengesetzte Mikroskop anwandte. Ein Apparat zur Beleuchtung undurchsichtiger Objecte wurde 1798 von Swaving (*Natuurkundige Verhandelingen van de Maatschappy der Wetenschappen te Haarlem* I, p. 41) beschrieben; derselbe ist Fig. 155 dargestellt. Ein messingenes Rohr nämlich hat an beiden Enden die biconvexen Linsen *a* und *b*, durch deren vereinigte Wirkung das Licht verstärkt wird. Die Mitte des Rohres ruht auf dem oberen Theile der Stange *c*, und kann hier durch das Rad *d* und den Knopf *e* unter verschiedenen Winkeln geneigt werden.

Die Stange *c* kommt entweder in eine Oeffnung des Objecttisches, oder auf ein besonderes Fussstück, auf dem sie durch die Klemmschraube *f* höher oder tiefer gestellt werden kann.

Fig. 155.



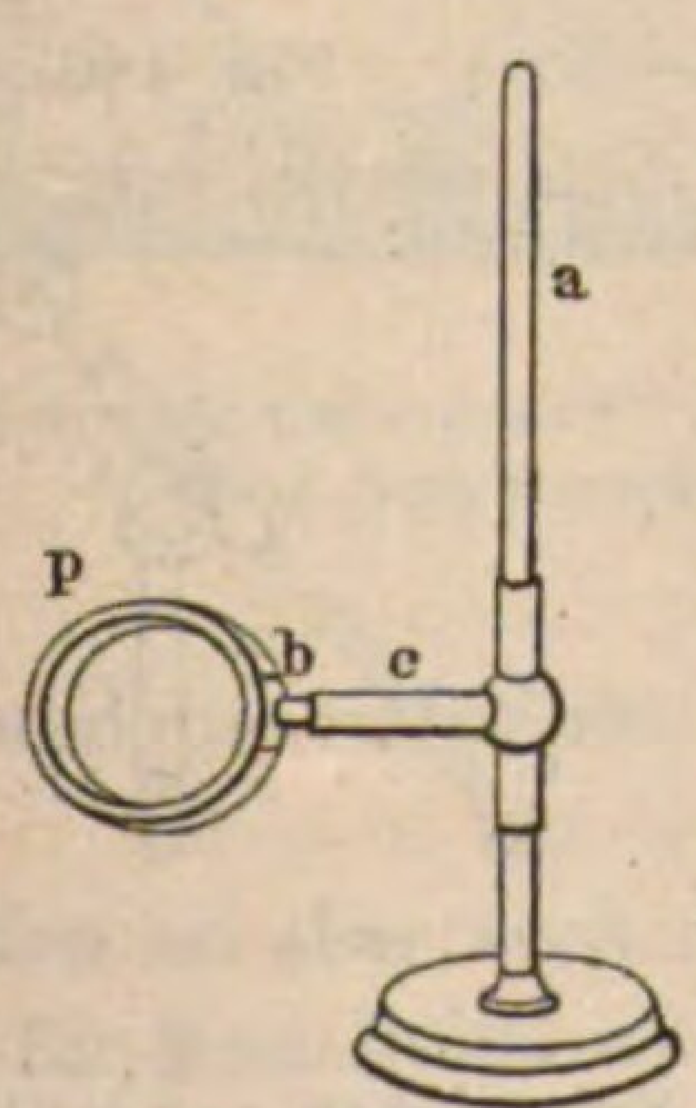
Swaving's Beleuchtungsapparat.

Ich habe ferner schon angeführt, dass Selligue statt einer Beleuchtungslinse ein Prisma mit convexen Oberflächen anwandte und dass Plössl (Fig. 92, S. 182) dieses Beispiel nachahmte.

Andere Optiker indessen gaben der Swaving'schen Einrichtung den Vorzug, und man findet sie mit einigen untergeordneten Modificationen fast bei allen neueren Mikroskopen. Bei den Mikroskopen von Chevalier, desgleichen von Amici (Fig. 89, S. 169), ist die Linse an einem gegliederten Arme angebracht, der entweder am Mikroskoprohre sitzt, oder an dem das Mikroskoprohr tragenden Arme. Bei dieser Einrichtung kann die Linse aber nur klein sein, wenn sie nicht zu schwer werden soll für die Gliederung; deshalb haben Oberhäuser und die englischen Optiker dem in Fig. 156 dargestellten Beleuchtungsapparate den Vorzug gegeben. Eine grössere Linse *p* kann hier an einer auf einem besonderen Fussstücke ruhenden runden Stange *a* auf und ab geschoben werden; der Arm *b* aber, der die Linse trägt, dreht sich in einer horizontalen kurzen Röhre *c*, wodurch die Linse in die verschiedenartigsten Neigungen gebracht werden kann.

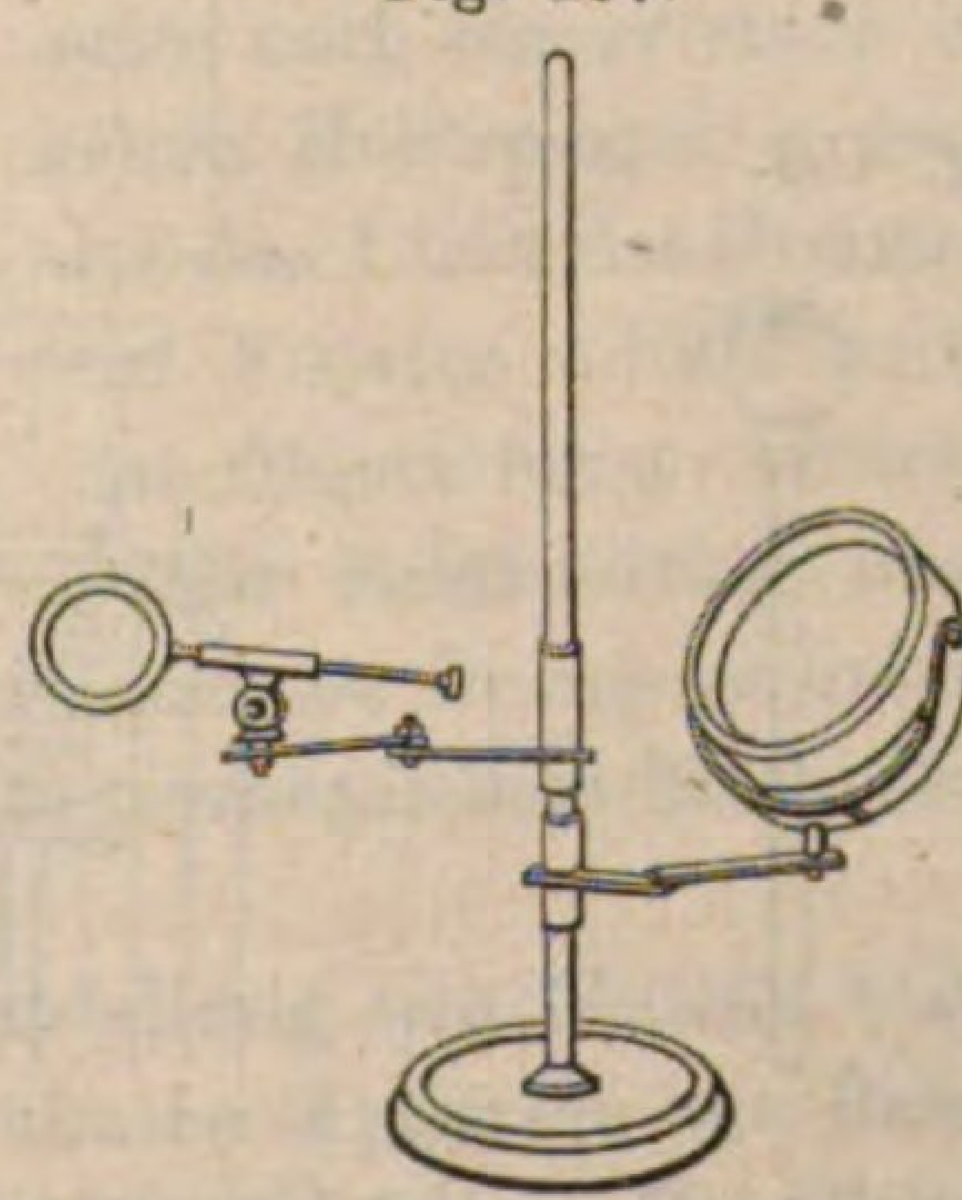
Manchmal ist es wünschenswerth, namentlich bei künstlichem Lichte, das durch eine grössere Linse bereits concentrirte Licht durch eine kleinere Linse mit kürzerer Brennweite noch mehr zu concentriren. Das kann durch die Vorrichtung von Leonard (Quekett l. l. p. 108) er-

Fig. 156.



Beleuchtungslinse von Ross.

Fig. 157.



Beleuchtungslinse nach Leonard.

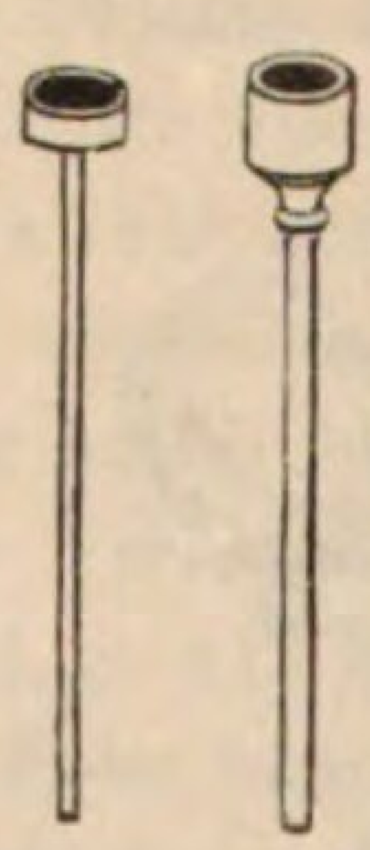
reicht werden, die in Fig. 157 (a. v. S.) abgebildet ist und wohl keiner weiteren Beschreibung bedarf.

105 Bei stärkeren Vergrösserungen kann die Concentration des auffallenden Lichtes nur durch kleine Hohlspiegel erreicht werden. Dergleichen lassen sich noch füglich benutzen bei Objectivsystemen von 5 bis 6 Millimeter Brennweite, die bis höchstens 300 Mal vergrössern. Viele Optiker fügen sie ihren Mikroskopen nur auf besonderes Verlangen bei, und offenbar sind sie auch gegenwärtig nicht so nöthig, wie früherhin, wo die Objective eine kleinere Oeffnung hatten, und deshalb auch geringere Lichtstärke gaben. Sie unterscheiden sich aber, wie oben (I, §. 210) dargethan wurde, in ihrer Wirkungsweise einigermaassen von den Beleuchtungslinsen, so dass sie sich zur Beleuchtung mancher Objecte doch besser eignen. Nach einer Mittheilung Wenham's (*Quart. Journ.* 1856, XVI, p. 55) hat Ross ein solches Spiegelchen gefertigt, das noch mit den stärksten Vergrösserungen zur Beleuchtung unbedeckter Objecte benutzt werden kann.

Um das von unten auf das Object fallende Licht abzuhalten, benutzt man am besten, wie es in England gebräuchlich ist, kleine muldenförmig ausgehöhlte Scheiben, die am Ende eines dünnen Stieles befestigt sind (Fig. 158). Der kleine Stiel passt in einen Arm (z. B. Fig. 103 in *e*), der sich unter dem Objecttische befindet und gerade in die Mitte seiner Oeffnung gebracht wird, wo dann die muldenförmige Scheibe so hoch hinaufgeschoben werden kann, bis sie fast unten ans Object stösst. In Fig. 159 ist dies im Durchschnitte dargestellt: *a* ist das Mikroskoprohr, *b* das Objectiv, *c* das concave Spiegelchen, *d* das Object, *e* das Scheibchen, wodurch die mittleren Strahlen abgehalten werden.

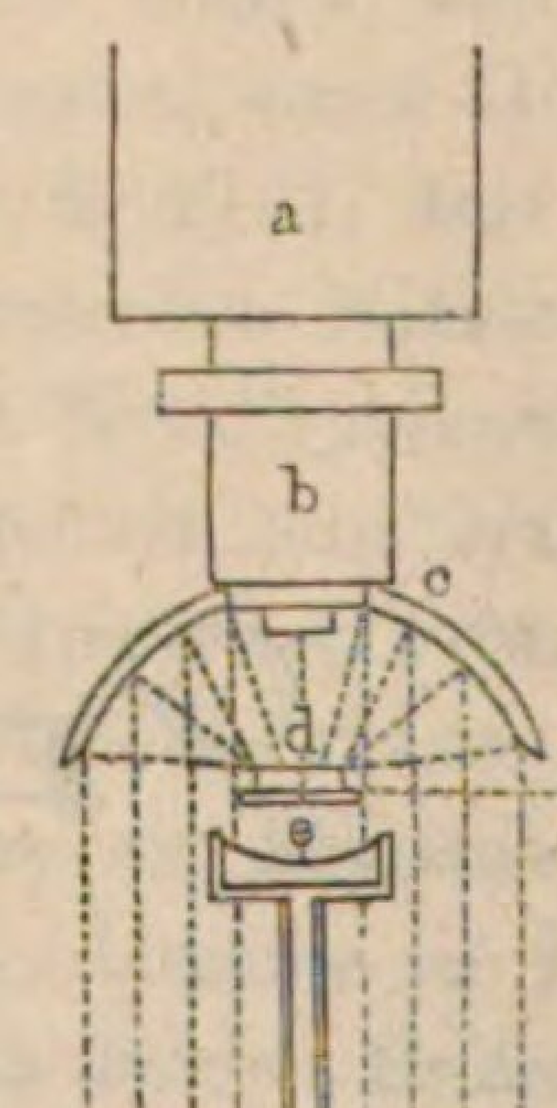
Eine meines Erachtens zweckmässige Veränderung wurde von

Fig. 158.



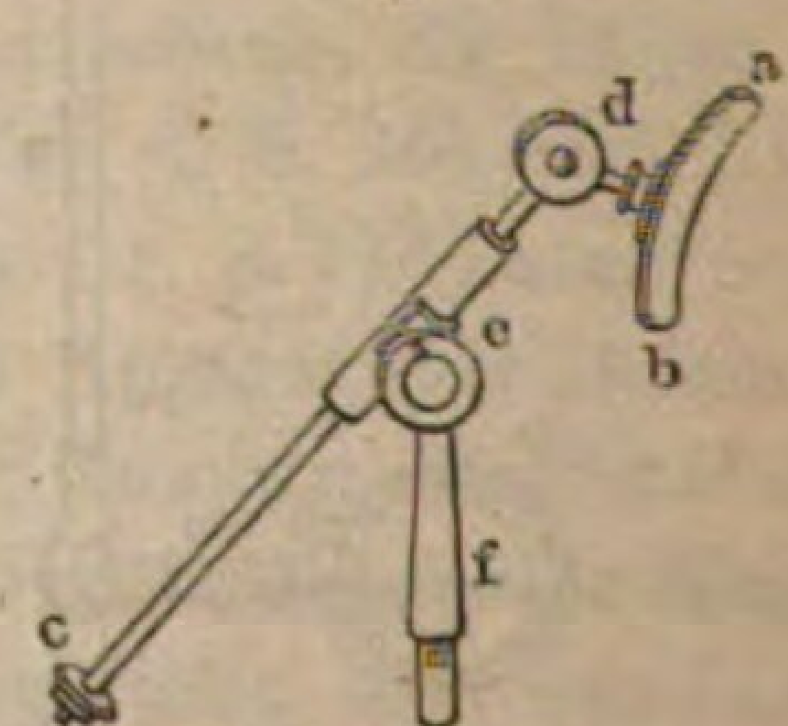
Gestielte Lichtstopfen.

Fig. 159.



Der Concavspiegel und der Lichtstopfen am zusammengesetzten Mikroskope.

Fig. 160.



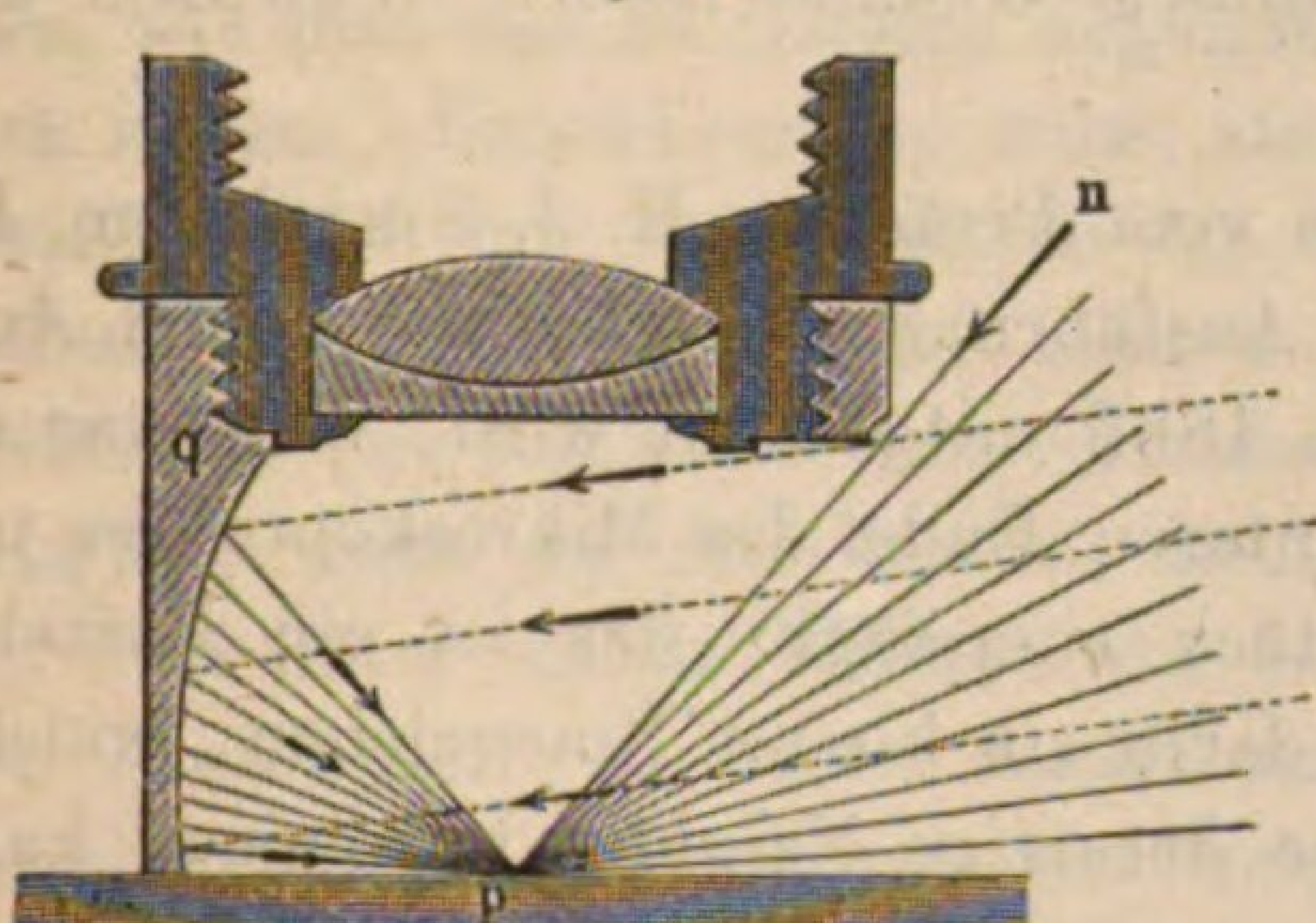
Spiegelchen zur seitlichen Beleuchtung von Ross.

W. Kencely Bridgeman (*Quart. Journ.* 1865. N. Ser. XVIII, p. 148) vorgeschlagen. Nicht das Licht von der ganzen Oberfläche des Spiegels, sondern nur von einem Abschnitte desselben will er aufs Object werfen, wodurch die Schatten stärker hervortreten. Zu dem Ende klebt er ein Dreieck mattschwarzen Papiers auf die gewölbte Fläche des Spiegels. Hat der drehbare Spiegel einen gekerbten Ring, der zwischen Daumen und Zeigefinger gefasst wird, so kann das Licht successive auf alle Theile des Objectes geworfen werden.

Schon vor mehreren Jahren hat aber Ross das in Fig. 160 dargestellte Spiegelchen behufs seitlicher Beleuchtung in Vorschlag gebracht. Das Spiegelchen *ab* ist gelenkartig mit *cd* verbunden, welches durch ein Charnier *e* mit dem kurzen Stifte *f* zusammenhängt; letzterer kommt aber in eine Oeffnung des Objecttisches, seitlich vom Objecte, so dass das Spiegelchen sein Licht durch eine condensirende Linse empfängt und es auf das Object reflectirt. Pritchard (*Microsc. Illustrations*, Ed. 3, p. 141) hat diese Beleuchtung darin verändert, dass er zur Seite des Mikroskopes einen horizontalen Spiegel anbringt, von dem das Licht auf das kleine Spiegelchen geworfen wird. Aus eigener Erfahrung kann ich nichts über diesen Beleuchtungsapparat sagen; der vorgesteckte Zweck scheint mir aber durch die seitlich vom Objecte befindliche Linse gleich gut erreicht werden zu können, und dabei mit geringerem Lichtverluste und mit mehr Bequemlichkeit.

Naegeli und Schwendener (*Das Mikroskop*, I, S. 96) haben noch eine andere Einrichtung in Vorschlag gebracht, um ebenfalls eine seitliche Beleuchtung durch auffallendes Licht zu erzielen. Dieselbe erhellt aus Fig. 161. Sie wollen nämlich unter dem Objective einen cylindrischen, oder noch besser einen parabolischen Hohlspiegel *q* befestigen, der das Licht des Himmels durch ein Fenster erhält und es auf das Object bei *p* reflectirt.

Fig. 161.



Beleuchtungsapparat von Naegeli und Schwendener.

Die Beleuchtung durch eine Linse ist in den meisten Fällen nicht nur die einfachste, sondern auch die vorzüglichste Methode.

Man ist aber auch noch auf die Herstellung von Mitteln bedacht ge- 106
wesen für jene Fälle, wo die bisher erwähnten Apparate zur Beleuchtung der Objecte mit auffallendem Lichte nicht ausreichen. Dahin gehört das ringförmige Prisma Riddell's vom Jahre 1853, und besonders die seit

1856 bekannte Methode Wenham's, die Beleuchtung durch totale Reflexion an der Oberfläche des Deckplättchens zu Stande zu bringen. Von beiden Methoden ist bereits früher (I, §. 211) die Rede gewesen, und ich habe dort auch bereits einiger Modificationen gedacht, die ich bei Wenham's Methode habe eintreten lassen.

Neuerer Zeit ist man dann noch auf eine andere Methode verfallen, die in der Hauptsache darauf hinaus läuft, das Objectivsystem selbst als Condensator zu benutzen, indem man das Licht durch eine seitliche Oeffnung des Mikroskopes eine reflectirende Fläche erreichen und von dieser durch das Objectiv hindurch zum Objecte selbst gelangen lässt. Kommt diese Idee zur Ausführung, so werden gleich gut wie bei der gebräuchlichen Benutzung durchfallenden Lichtes, Objective mit ganz kurzer Brennweite in Anwendung gezogen werden können.

Unterm 13. December 1865 wurde der *Microscopical Society* durch Wenham (*Quart. Journ.* April 1866, p. 114) mitgetheilt, dass Hewitt bereits vor 5 Jahren auf diese Idee gekommen war, und dass dieselbe damals auch wirklich von Wenham zur Ausführung gebracht wurde, indem er in das Mikroskoprohr ein Spiegelchen mit hinreichend grosser centraler Oeffnung brachte, wodurch das vom Objective kommende Strahlenbündel treten konnte. Das Spiegelchen selbst war schief gestellt und bekam das Licht durch eine seitliche Oeffnung. Es ergab sich übrigens, dass damit zu vieles Licht auf das Object reflectirt wurde und durch diese Reflexion ein Glanz entstand, weshalb das Object nur wie durch einen Nebel gesehen wurde. Aus diesem Grunde liessen Wenham und Hewitt die Idee wieder fallen.

Die nämliche Idee wurde dann vom Professor H. J. Smith am Benyon College in Ohio verfolgt; die Ausführung indessen, wie sie im *American Journ. f. Sc. and Arts*, Sept. 1865 mitgetheilt wird, ist etwas anders ausgefallen. Zwischen dem unteren Ende des Mikroskoprohres und dem Objective wird nämlich ein Stück eingefügt: das ist ein Kästchen mit einer seitlichen Oeffnung, und darin ein kleines Spiegelchen, welches in etwas excentrischer Stellung eine derartige Neigung bekommen kann, dass jenes durch die Oeffnung eintretende Licht durch das Objectiv auf das Object hin geworfen wird.

Ein Muster solcher Einrichtung kam alsbald nach London, woselbst sie Powell und Lealand durch Herrn Lobb kennen lernten. Diese ersetzten das kleine Spiegelchen durch eine grössere Glasplatte mit parallelen Oberflächen, die unter einem Winkel von 45° in ein kurzes röhrenförmiges Zwischenstück eingesetzt ist. Das durch die seitliche Oeffnung eintretende Licht wird theilweise von der Unterfläche der Glasplatte reflectirt und gelangt durch das Objectiv zum Objecte. Die Strahlen aber, welche von hier wiederum reflectirt werden, treten zum grösseren Theile

wenigstens durch die Glasplatte und erreichen so das Auge (*Quart. Journ.* 1866. January, p. 52. April, p. 36, 56, 113).

Bald darauf beschrieb auch Richard Beck eine wiederum veränderte Einrichtung. Die dickere Glasplatte wurde hier durch eine sehr dünne Deckglasscheibe ersetzt und auf einem runden Stiele befestigt, von dem ein Knopf nach aussen hervorragt, womit man den Neigungswinkel der kleinen Scheibe den Umständen gemäss verändern kann. Ausserdem kann aber auch das röhrenförmige Zwischenstück, worin die kleine Glasscheibe steckt, um seine Axe gedreht werden, damit die letztere in die vortheilhafteste Stellung zur Lichtquelle gelangt.

Browning (*Quart. Journ.* 1866, April, p. 57) ersetzte das Spiegelchen in der Smith'schen Einrichtung durch ein kleines rechteckiges gläsernes Prisma, und Dancer (Ib. p. 133) vereinfachte die Sache dadurch, dass er das Zwischenstück wegliess und das reflectirende Spiegelchen in das Mikroskoprohr selbst brachte, worin sich eine seitliche Oeffnung für den Eintritt des Lichtes befindet.

Dancer und ebenso Hewitt (Ib. p. 57) suchten das nämliche Ziel auch dadurch zu erreichen, dass sie das Ocular vom schiefen Rohre des Wenham'schen binoculären Mikroskopes (Fig. 124) wegnahmen und durch einen Spiegel ein Lichtbündel hineinwarfen, welches durch die eine Hälfte des Objectives auf dem Objecte concentrirt wird, während die andere Hälfte des Objectives nebst dem geraden Rohre des Mikroskopes zur Anschauung des Objectes dienen.

Die Erfahrung wird über den Werth der verschiedenen Modificationen, wie man das zu Grunde liegende Princip verwirklichte, zu entscheiden haben. Unverkennbar muss aber bei allen ein Theil jener Lichtstrahlen, die vom Objecte durch das Objectiv treten, unbenutzt verloren gehen. Das Spiegelchen mit einer Oeffnung lässt nur jene Strahlen durch, welche in der Nähe der Axe verlaufen; das Spiegelchen, welches in die Axe oder nahe der Axe kommt, lässt nur die Randstrahlen durchtreten; bei dem unter einem Winkel von 45° angebrachten Glasplättchen wird ein Theil jener von unten darauf fallenden Strahlen reflectirt, und die durchtretenden weichen von der ursprünglichen Richtung ab; bei Verwendung des binoculären Mikroskopes aber ist nur die Hälfte des Objectes wirklich nutzbar. Man darf deshalb nicht erwarten, die Bilder bei dieser Beleuchtung gleich scharf und deutlich zu sehen, als wenn man die nämlichen Objective bei einer anderen Beleuchtung verwendet, und würde man zu dieser Beleuchtung nur greifen dürfen, wenn bei Objectiven mit sehr kurzer Brennweite die übrigen Beleuchtungsweisen nicht ausreichend sind.

Aus den von Mitgliedern der *Microscopical Society* gefallenen Aeusserungen ersieht man auch, dass dieser Beleuchtungsweise besondere Bedenken entgegenstehen und dass sich namentlich das nebelartig Glänzende,

wodurch die Bilder undeutlich werden und dessen Wenham gleich Anfangs Erwähnung gethan hat, nicht gut wegschaffen lässt. Dieses Nebelartige und Glänzende scheint aber dadurch bedingt zu sein, dass das Licht von den Wandungen des Mikroskoprohres, von den die Linsen umschliessenden Röhren, von den Oberflächen der Linsen, sowie endlich von Deckplättchen reflectirt wird. Die Reflexionen vom Mikroskoprohre und von den Linsenfassungen lassen sich wohl durch Schwärzen dieser Theile beseitigen, und das Deckplättchen kann in manchen Fällen wegbleiben; die reflectirenden Oberflächen der Linsen aber werden immer bleiben, und desto störender einwirken, je intensiver das angewandte Licht ist. So ergiebt sich also die Regel, nur so viel Licht durch die seitliche Oeffnung treten zu lassen, als gerade erforderlich ist, um das Object mit seinen Einzelnheiten unterscheiden zu können.

Um diese Beleuchtungsweise selbst prüfen zu können, liess ich vom Instrumentenmacher Olland die nöthige Einrichtung an meinem Amici'schen Mikroskope (Fig. 89, S. 169) anbringen. Ein vierseitiges Kästchen, welches an den dem Querarme angehörigen Ring *e* geschraubt werden kann, hat oben eine Oeffnung für das mit dem Oculare versehene Mikroskoprohr *f*. Eine Seitenwand dieses Kästchens hat eine Oeffnung und vor dieser befindet sich ein verschiebbares Diaphragma mit runden und spaltenförmigen Oeffnungen von verschiedener Grösse und Weite. In dieses Kästchen kann abwechselnd ein kleines flaches Spiegelchen von 4 Millim. Durchmesser oder ein dünnes Glasplättchen kommen, die an einen dünnen Messingstab befestigt werden, der selbst einen nach aussen vorragenden Knopf besitzt, wodurch jene unter verschiedenen Winkeln gegenüber der in der Seitenwand befindlichen und das Licht einlassenden Oeffnung gestellt werden, damit die Strahlen durch das Objectiv hindurch zum Objecte gelangen. Eine zur Seite der Oeffnung befindliche Lampe oder ein anderes künstliches Licht kann als Beleuchtungsquelle dienen. Will man das gewöhnliche Tageslicht benutzen, so muss dieses erst durch einen seitlich angebrachten Spiegel aufgefangen und in die Oeffnung reflectirt werden.

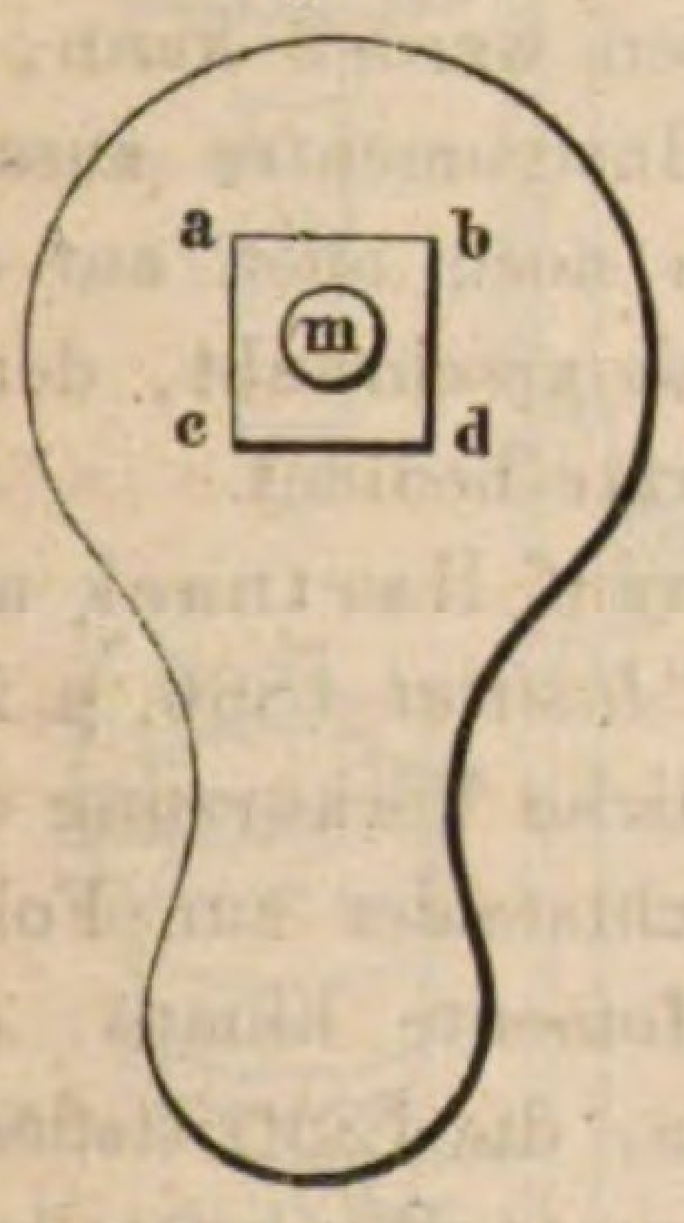
Die Beobachtungen mit diesem kleinen Apparate waren aber nicht dazu angethan, mir eine günstige Meinung über dessen Brauchbarkeit beizubringen. Das Gesichtsfeld ist immer stark erleuchtet, obwohl alles Licht von unten her sorgfältig abgehalten wird und die Linsenfassungen inwendig gehörig geschwärzt sind. Durch diese Gesammterhellung des Gesichtsfeldes, die alleinige und nicht zu beseitigende Folge der Reflexion von den Linsen des Objectives, wird aber die Sichtbarkeit der Objecte, worauf das concentrirte Licht fällt, sehr beeinträchtigt. Sicherlich leistet diese Beleuchtungsweise viel weniger, als wenn man (I, S. 241 bis 245) die Lichtreflexion an der Oberfläche des Deckplättchens eintreten lässt, und dieses letztere Verfahren ist doch ebenfalls bei starken Ob-

jectiven anwendbar. Ich bezweifle daher, dass diese Beleuchtung mit auffallendem Lichte allgemeinen Eingang finden werde.

Eine dritte Beleuchtungsweise mikroskopischer Objecte, nämlich mit 107
polarisirtem Lichte, gehört der neueren Zeit an.

Malus entdeckte 1808 die eigenthümlichen Erscheinungen, die man mit dem Namen der Lichtpolarisation benannt hat, und Brewster (*Edinb. Transactions*, VIII, p. 371. IX, p. 141) untersuchte acht Jahre später mikroskopische Objecte organischen wie anorganischen Ursprungs mit polarisirtem Lichte, und zwar mittelst der Fig. 162 dargestellten Vorrichtung. Er nahm ein einfaches Mikroskop, das nach Art einer Lupe mit der Hand gefasst wurde, und worin sich die Linse *m* befand. Darauf wurde das Turmalinplättchen *abcd* mit etwas Wachs oder Canadabalsam geklebt. Späterhin (*Treatise*, p. 97) empfahl er übrigens zwei planconvexe Linsen zu nehmen, und das Turmalinplättchen zwischen die platten Flächen der beiden Linsen zu bringen.

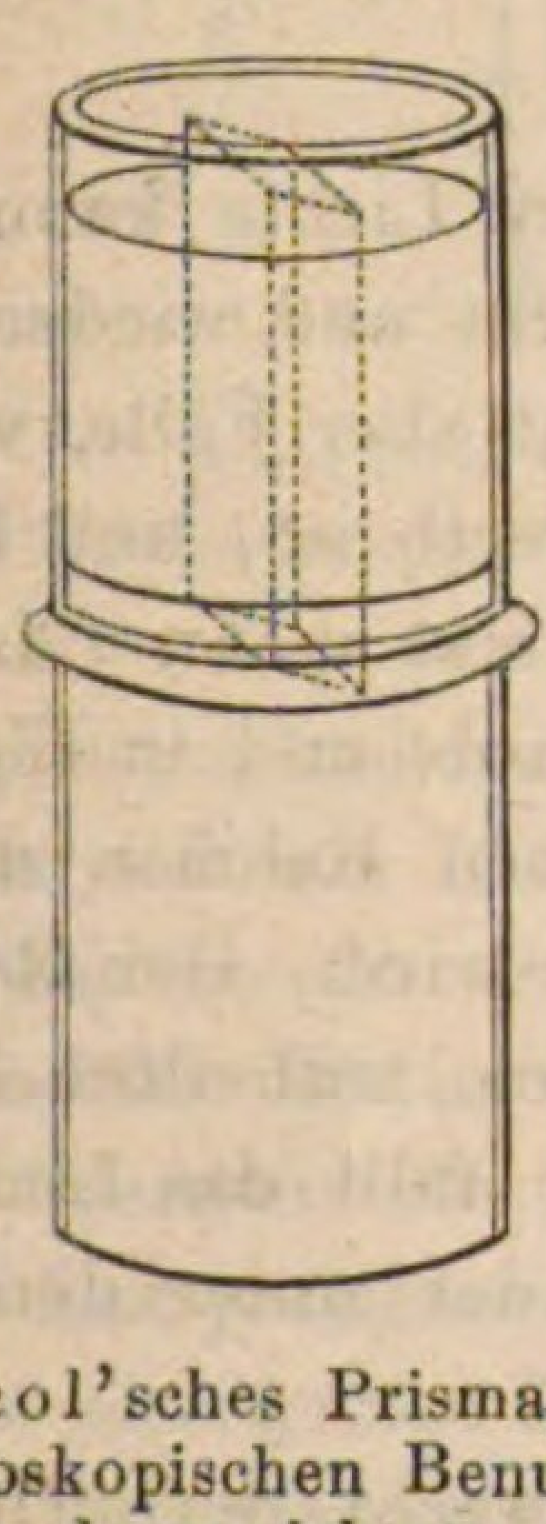
Fig. 162.



Brewster's einfaches polarisirendes Mikroskop.

Zur Darstellung des polarisirten Lichtes benutzte er einen unter einem Winkel von 35° aufgestellten schwarzen Spiegel, oder ein Bündel Glasplatten, oder ein Kalkspathrhomboëder, welches unten gedeckt war, so dass nur eine Oeffnung übrig blieb, gross genug, um die beiden Bilder zu scheiden, die von oben gesehen werden. Das eine Bild wird dann bedeckt, auf das andere aber kommt das Object, welches man unter polarisirtem Lichte beschauen will.

Fig. 163.



Nicol'sches Prisma, zur mikroskopischen Benutzung hergerichtet.

Der Erste, der das zusammengesetzte Mikroskop zum polarisirenden Mikroskope einrichtete, war Henry Fox Talbot (*Phil. Magaz.* V, p. 321. IX, p. 288). Er nahm zwei Nicol'sche Prismen, und brachte das eine als Polarisator unter den Objecttisch, das andere als Analysator über das Ocular. Diese Methode wird auch jetzt noch von Vielen befolgt. Die beiden Prismen sind dann (Fig. 163) in Röhren eingeschlossen: eine davon kommt in die Oeffnung des Objecttisches, die andere aber aufs Ocular. Dadurch wird freilich das Gesichtsfeld sehr klein. Deshalb bringt Chevalier (l. l. p. 75) das oberste Nicol'sche Prisma in die Röhre des Mikroskopes

und zwar unmittelbar über das Objectiv. Dann muss der Polarisator eine solche Einrichtung haben, dass er umgedreht werden kann. Das ist aber immer beschwerlicher, als wenn das Ocular umgedreht wird, weshalb ich einem Mittelwege den Vorzug gegeben habe, indem ich das analysirende Prisma gleich unter das Ocular bringe, so dass jene das Prisma enthaltende Röhre in den untersten Theil des Ocularrohres einfugt. Sind die Prismen ziemlich gross, so wird das Gesichtsfeld dann nur wenig verkleinert. Die meinigen sind von E. Wenckebach verfertigt und haben den ungewöhnlich grossen Durchmesser von 16 Millimeter. Das als Polarisator dienende Prisma ist in eine Messingröhre gefasst, die durch ein rechtwinkelig damit verbundenes Stück in meinen Beleuchtungsapparat (Fig. 151 und 152) bei *P* eingeschoben werden kann, so dass die Axe des Prisma mit jener des ganzen Instrumentes zusammenfällt. Zur Verstärkung des Lichtes wird dann noch oben auf die Röhre, welche das Prisma enthält, die nämliche Linse geschraubt, deren man sich auch beim gewöhnlichen Beleuchtungsapparate bedient.

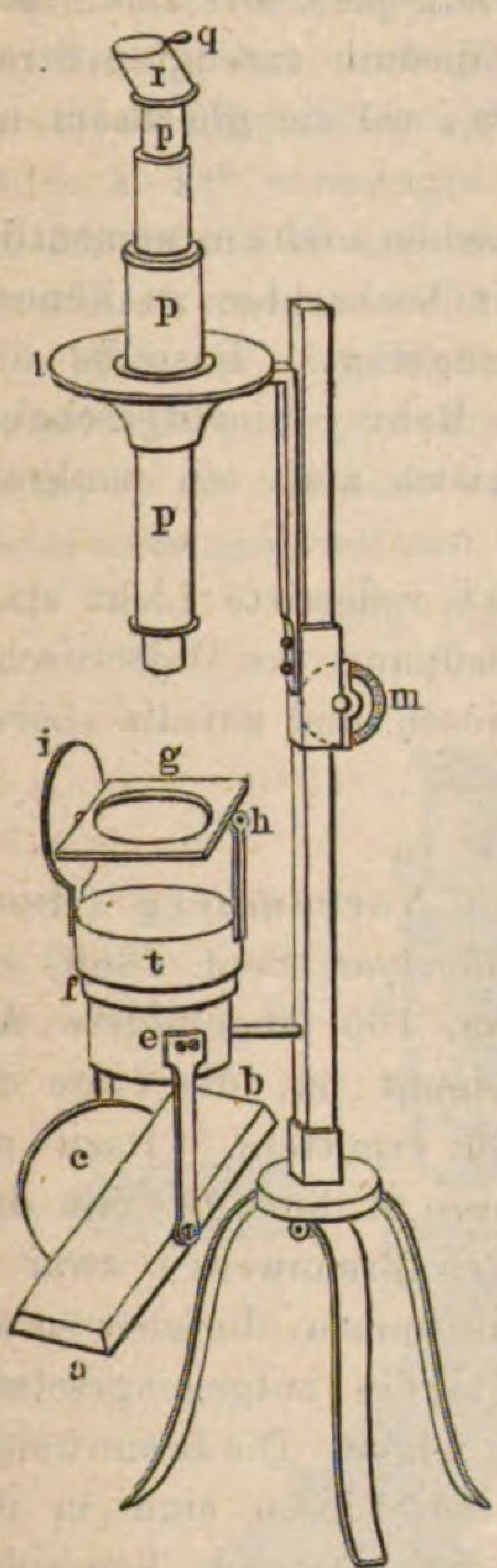
Eine Modification des Nicol'schen Prisma, worauf Hartnack und Prazmowski verfallen sind und die von Deleuil (*l'Institut* 1866, p. 25) zur Ausführung gebracht worden ist, hat eine merkliche Verkürzung des Prisma und zugleich eine Vergrösserung des Gesichtsfeldes zur Folge. Diese Modification läuft wesentlich auf folgende Momente hinaus: der Krystall wird senkrecht auf seine Axe durchschnitten, die Eintrittsfläche und die Austrittsfläche bekommen dann eine bestimmte Winkelstellung im Einklange mit dem Brechungsindex der Zwischensubstanz, wodurch die beiden Hälften verbunden werden, und wozu man nicht Canadabalsam, sondern Copaivabalsam oder Leinöl nimmt. Für diese Substanzen beträgt der Eintritts- und Austrittswinkel 76,5° und 73,5°, das Gesichtsfeld aber 35°.

108 Bei den meisten Untersuchungen mit polarisirtem Lichte kann man mit zwei solchen Prismen, die zwischendurch gebraucht und wieder weggenommen werden, vollständig auskommen. Es giebt aber Fälle, wo ein Apparat mit vollständigerer Einrichtung wünschenswerth ist, und hierzu passt der von Amici seit 1830 gebrauchte, der aber erst später (*Annales de Chim. et de Phys.* 1844. XII, p. 114) beschrieben wurde und in Fig. 164 dargestellt ist. Acht bis zehn Glastafeln sind in einen Rahmen *ab* gefasst, von dem ein Bündel polarisirtes Licht reflectirt wird. Der Rahmen ist um eine horizontale Axe beweglich und mit einem getheilten Kreise *c* versehen; auf die Oberfläche der Glasplatten aber fällt das Licht des Himmels oder einer Lampe mittelst eines Spiegels, der unter dem entsprechenden Neigungswinkel aufgestellt ist.

An der Trommel *e* ist ein getheilter Kreis angebracht, der sich horizontal dreht; die Eintheilung in Grade dient dazu, das Azimuth der

Neigungsfläche zu bestimmen, im Verhältniss zur ursprünglichen Polarisationsebene. An dem Ringe *t* sind zwei Stangen befestigt, darauf ruht der Objecttisch *g*, der sich um eine horizontale Axe *h* bewegt. Ein zur Seite angebrachter Kreis *i* dient dazu, dessen Neigung zu messen, so wie den Winkel, unter welchem der polarisirte Strahl auf die Unterfläche des Objectes trifft. Für den Fall, dass die Einfallsfläche im Verhältniss zum Objecte eine veränderliche wäre, hat der Objecttisch auch noch eine drehende Bewegung um seine eigene Axe.

Fig. 164.



Amici's Polarisationsapparat.

Der Analysator ist ein Kalkspathrhomboëder *r*, welches über dem Mikroskoprohre *p* befindlich ist. Dieses Rohr ist um seine Axe drehbar, und ein daran befestigter Zeiger giebt an dem Kreise *l* den Winkel an, welcher durch den Hauptschnitt des Rhomboëders mit der ursprünglichen Polarisationsebene gebildet wird. Mittelst des geränderten Knopfes *m* lässt sich das Mikroskop in die nöthige Entfernung vom Objecte bringen, welches auf einer Glastafel auf dem Objecttische liegt. Das Kalkspathrhomboëder steht fest; es befindet sich zwischen dem äussersten Oculare und jenem Punkte, wo sich alle Bündel paralleler Strahlen, die aus dem Mikroskope kommen, durchkreuzen. Beim Durchgange durch den Kalkspath theilen sich die Strahlen und es bilden sich zwei Vereinigungspunkte. Hält man nun das Auge successiv über diese beiden Punkte, so sieht man das Feld erleuchtet, entweder durch die auf gewöhnliche Weise gebrochenen Strahlen, oder durch jene, welche auf ungewöhnliche Weise gebrochen wurden. Zu diesem Ende wird die obere Fläche des Rhomboëders mit einem Metallplättchen bedeckt, woran sich ein kleiner Fortsatz *q* befindet; es dreht sich um einen Stift und besitzt eine Oeffnung, die gross genug ist, um nach Willkür eines der beiden Bilder durchzulassen.

Werden die Beobachtungen Abends angestellt bei einer Kerzen- oder Lampenflamme von geringer Extension, so bringt man in die Trommel *e* eine grosse Linse, damit das ganze Feld beleuchtet wird.

Will man mit kreisförmig polarisirtem Lichte untersuchen, so bringt man das Fresnel'sche Parallelepipedum in die Trommel; es steht auf

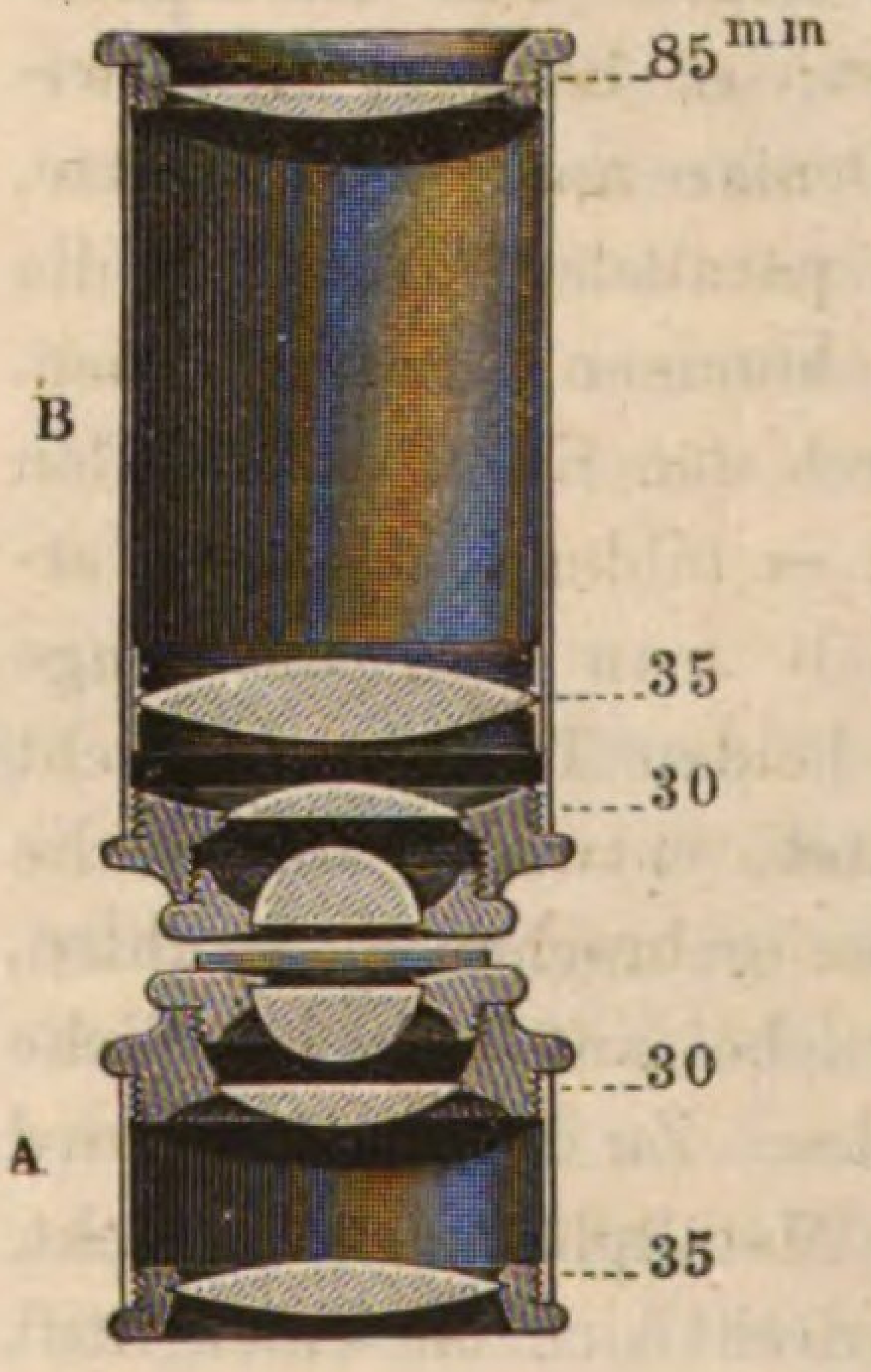
einem Kreise, der horizontal beweglich und an der Peripherie getheilt ist, um das Azimuth der totalen Reflexion im Verhältniss zur Polarisationsfläche zu messen. Das Licht, welches in das Prisma reflectirt wird, nimmt nur das halbe Gesichtsfeld ein; die andere Hälfte des letzteren wird durch die Strahlen beleuchtet, die nicht kreisförmig polarisirt sind. Man kann daher die verschiedenen durchs Parallelepipedum erzeugten Strahlen in dem nämlichen Augenblicke wahrnehmen, wo sie gleichsam mit einander in Berührung sind.

Um das Instrument noch brauchbarer zu machen und um namentlich auch bei sehr schief einfallenden Strahlen damit beobachten zu können, hat Amici noch ein zweites stärkeres Objectiv zugefügt. Dasselbe sitzt am Ende eines Rohres, welches über das erste Rohr *p* hinaufgeschoben werden kann. Dadurch ist das Mikroskop zugleich auch ein pankratisches geworden.

Um endlich das durch die Glasplatten *ab* reflectirte Licht stark convergirend zu machen, bringt man in die Oeffnung des Objecttisches ein kurzes Rohr mit einem Systeme von Concavlinsen, und auf die oberste von diesen wird das Object gelegt.

Eine etwas andere Einrichtung hat der von Norremberg (*Annales de Chimie et de Physique.* Sept. 1863) beschriebene und in Fig. 165 abgebildete Apparat, der dazu bestimmt ist, die Lage der Axen in Krystallen zu ermitteln. Dazu gehören die beiden Rohre *A* und *B*, mit drei Linsen in jedem, deren Brennweiten zwar in beiden Rohren übereinstimmen, die aber so angebracht sind, dass sie in entgegengesetzter Richtung auf einander folgen. Die Brennweiten der beiden schwächeren Linsen sind in der Figur gegeben; bei der stärksten hemisphärischen Linse beträgt dieselbe 7 Millim. Oben in dem Rohre *B* befindet sich noch eine schwächere Linse. Der zu untersuchende Krystall kommt auf den oberen Rand des Rohres *A*, über die untere hemisphärische Linse. — Dieser Apparat zeichnet sich vornehmlich durch das grosse Gesichtsfeld aus und kann mit verschiedenen Polarisationseinrichtungen in Verbindung gesetzt werden. Man kann ihn z. B. mit dem gewöhnlichen Norremberg'schen Polarisationsapparate verbinden, worin ein reflectirender Spiegel als Polarisator wirkt, eine Säule aus Glasplättchen als Analysator. Diesen Analysator kann man auch mit Albert

Fig. 165.



$\frac{1}{2}$

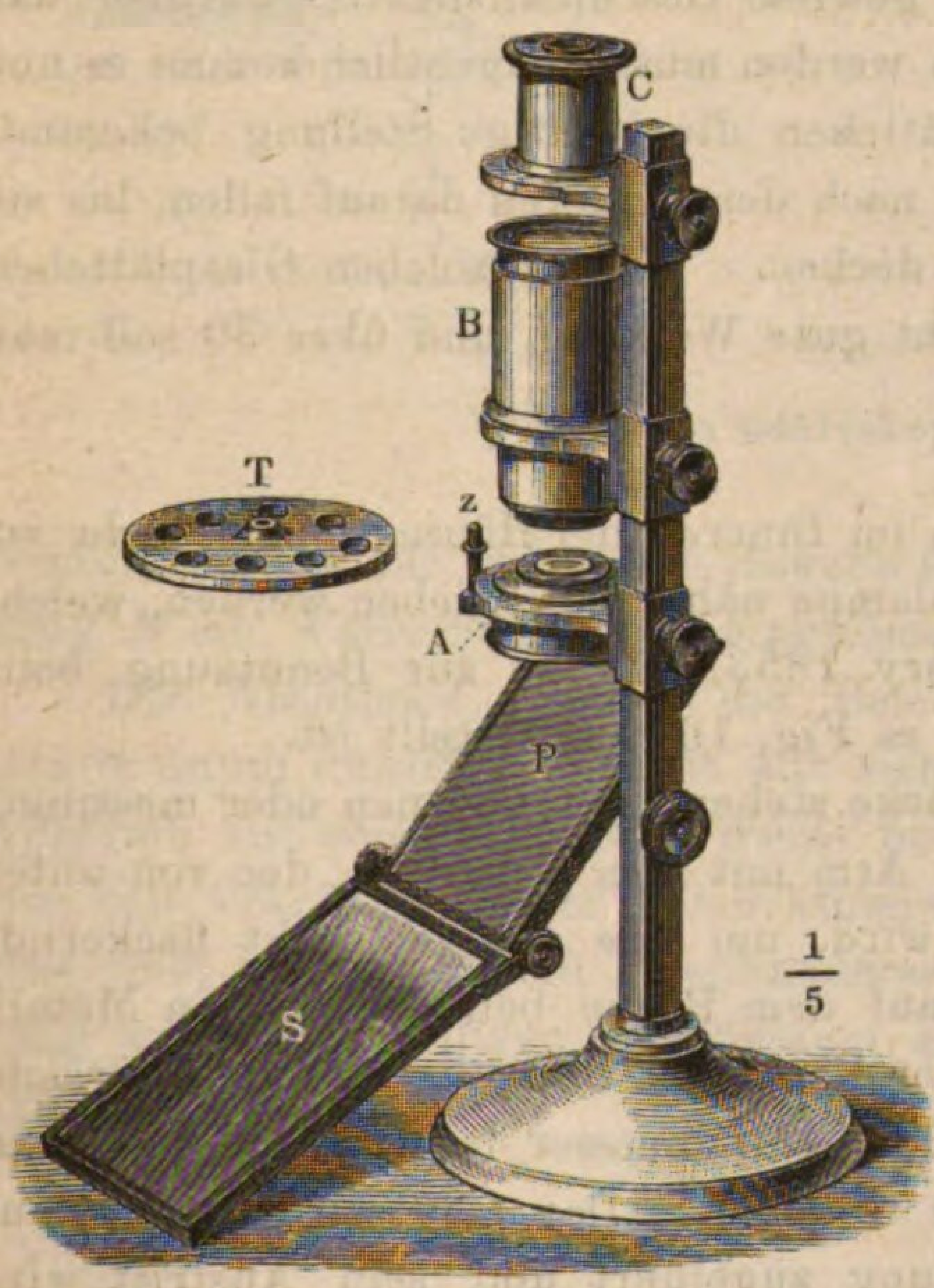
Norremberg's Polarisationseinrichtung.

durch einen Nicol ersetzen. In Fig. 166 ist *C* der Analysator, und *B* und *A* entsprechen dem *B* und *A* der vorhergehenden Figur; *P* ist der polarisirende schwarze Spiegel, *S* ein Spiegel zum Auffangen des Lichtes.

Eine andere Modification hat Hofmann in Paris (Fig. 167) angebracht. Hier wird ein Nicol auch als Polarisator verwendet. — Eine ähnliche Einrichtung hat auch Plössl's Polarisationsapparat, den derselbe für Grailich (*Krystallographisch-optische Untersuchungen.* Wien und Olmütz 1858. S. 43) verfertigte. — Endlich hat auch Descloiseaux (*Annal. des Mines*, 1865 und *Annal. d. Phys. u. Chemie.* CXXVI, S. 387) eine derartige verbesserte Einrichtung beschrieben.

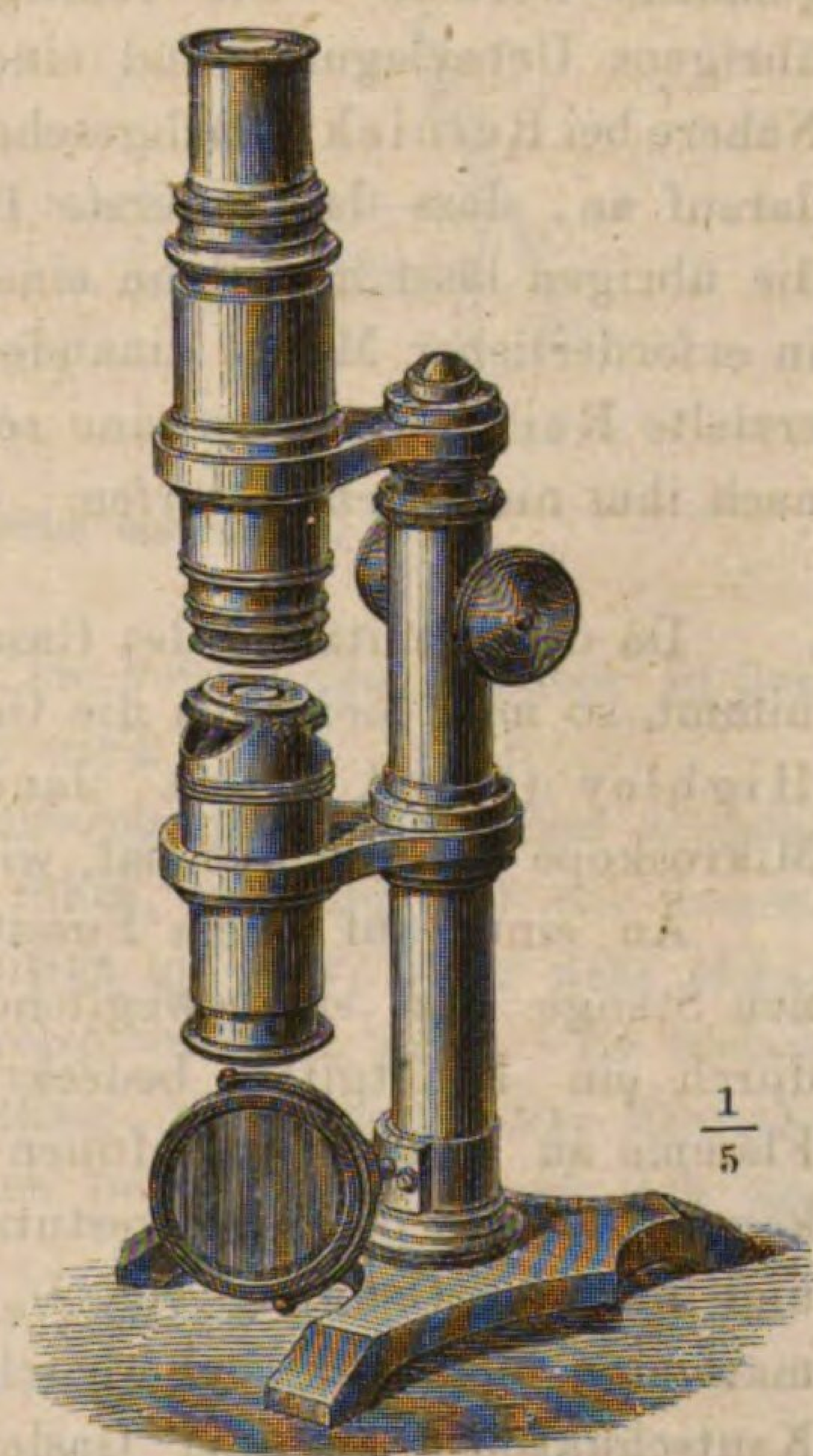
Man hat dergleichen Apparate auch wohl als mikroskopische Polarisationsapparate bezeichnet. Diesen Namen verdienen sie aber kaum, da sie nur sehr wenig vergrössern. Zu eigentlich mikroskopischen Untersuchungen mittelst polarisirten Lichtes eignen sie sich nicht.

Fig. 166.



Albert's Polarisator.

Fig. 167.



Hofmann's Polarisator.

Die Fälle, wo ein besonders dazu eingerichtetes Polarisationsmikroskop erwünscht sein mag, kommen nur selten vor, und deshalb verdient es im Allgemeinen den Vorzug, wenn dem gewöhnlichen Mikroskope ein besonderer Polarisationsapparat beigegeben wird. Dergleichen Apparate meistens aus zwei Nicol'schen Prismen bestehend, liefern die meisten

Mikroskopverfertiger auf Verlangen zu ihren Instrumenten: Nachet zu 15 Thaler, Powell und Lealand zu 2 Pf. 10 Schill.

Manche Optiker haben statt der Nicol'schen Prismen Turmalinplättchen genommen, die allerdings wohlfeiler kommen, aber wegen der bräunlichen Färbung auch viel weniger nutzbar sind. Deshalb nimmt man lieber ein Bündel Glasplättchen, die unter einem Winkel von 35° 20′ aufgestellt werden. Amici's Polarisator, wie oben erwähnt, bestand aus einer Schicht solcher Glasplättchen. Wird das ganz dünne Glas für Deckplättchen genommen, so kann man die Menge der Glasplättchen steigern und damit die Polarisation um so wirksamer machen. Für eine verhältnissmässig geringe Summe lässt sich ein solcher Polarisationsapparat nach der Anweisung von Reinicke (*Beiträge* u. s. w. Heft 3, S. 1) herstellen. Nur muss das Deckglas recht rein sein, frei von Luftblasen und Streifen, und jedes Plättchen muss einzeln gereinigt werden. Die vierseitige Kapsel für diese Glasplättchen kann nöthigen Falls aus Pappe gemacht werden. Die richtige Stellung der Glasplättchen erfordert übrigens Ueberlegung und eine gewisse Geschicklichkeit, worüber das Nähere bei Reinicke nachgesehen werden muss. Eigentlich kommt es nur darauf an, dass das unterste Plättchen die richtige Stellung bekommt, die übrigen lässt man dann eines nach dem anderen darauf fallen, bis sie in erforderlicher Menge einander decken. Mit 25 solchen Glasplättchen erzielte Reinicke schon eine recht gute Wirkung, und über 30 soll man nach ihm nicht gehen dürfen.

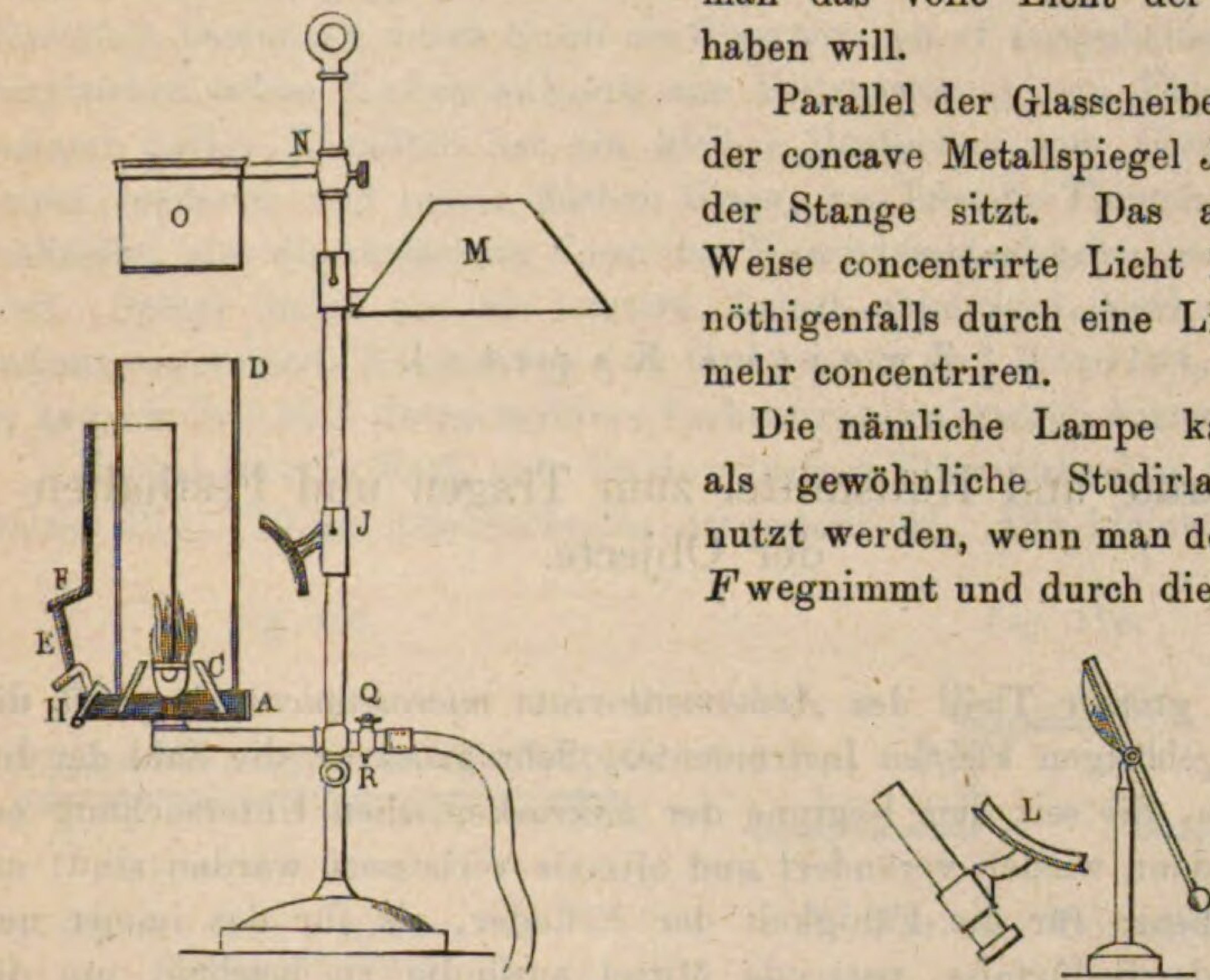
109 Da die Benutzung des Gases im Inneren der Häuser immer mehr zunimmt, so mag hier auch die Gaslampe näher beschrieben werden, welche Highley (*Quart. Journ.*, January 1853, p. 142) zur Benutzung beim Mikroskope eingerichtet hat, wie es Fig. 168 dargestellt ist.

An einer auf einem Fussstücke stehenden bronzenen oder messingenen Stange sitzt ein beweglicher Arm mit dem Ringe *A*, der von unten durch ein Drahtgitter bedeckt wird, um eine ruhige, nicht flackernde Flamme zu bekommen. Innen auf dem Ringe befindet sich ein Metallkegel *C*, dessen oberer abgestutzter Rand die Basis der Flamme erreicht und hier eine Oeffnung von $^1/_8$ Zoll Durchmesser besitzt. So bekommt man eine blendende cylindrische Flamme. Das Gas wird durch eine Kautschukröhre aus der Gasleitung zugeführt und sein Austritt wird durch den Hahn *Q* regulirt.

Um das Licht durch Entziehung der gelben Strahlen weisser zu machen, wird die Flamme mit dem aus lichtblauen Glase bestehenden Schornsteine *D* umgeben. Hierdurch wird die Farbe der Flamme schon bis zu einem gewissen Grade verbessert, noch mehr aber durch eine bläulich grau gefärbte Glasscheibe *E*, die in eine kurze geneigt gestellte Röhre gefasst ist. Diese Röhre ist dann mit dem halbcylindrischen

Schirme *F* verbunden, der sich mittelst des Elfenbeinknopfes *H* um den Ring *A* herumdrehen kann, so dass der Schirm sich auch nach der andern Seite bringen lässt, wenn man das volle Licht der Flamme haben will.

Fig. 168.



Highley's mikroskopische Gaslampe.

Parallel der Glasscheibe *E* steht der concave Metallspiegel *J*, der an der Stange sitzt. Das auf diese Weise concentrirte Licht lässt sich nöthigenfalls durch eine Linse noch mehr concentriren.

Die nämliche Lampe kann auch als gewöhnliche Studirlampe benutzt werden, wenn man den Schirm *F* wegnimmt und durch die Kappe *M* ersetzt. Auch für chemische Zwecke ist sie verwendbar, indem in den Ring *N* ein Wasserbehälter *O* eingelassen wird.

Die Nachtheile, welche die Beleuchtung mikroskopischer Gegenstände durch künstliches Licht mit sich führt, scheinen mir bei diesem Apparate auf eine recht gute Weise beseitigt zu sein, ohne dass etwas von den Vorzügen dieser Beleuchtungsweise verloren geht. Es bedarf aber wohl keiner näheren Auseinandersetzung, dass diese ganze Einrichtung mit einer geringen Modification auch bei einer Oellampe sich anbringen lässt.

Zweites Kapitel.

Apparate und Hülfsmittel zum Tragen und Festhalten der Objecte.

110 Ein grosser Theil des *Armamentarium microscopicum* begreift die hierher gehörigen kleinen Instrumente. Sehr gross ist die Zahl der Instrumente, die seit dem Beginne der mikroskopischen Untersuchung erfunden, dann wieder verändert und oftmals verbessert worden sind; sie zeugen ebenso für die Fähigkeit der Erfinder, als für das immer neu auftretende Bedürfniss, passende Mittel ausfindig zu machen, um die Objecte in einen Zustand zu versetzen, wobei ihre mikroskopische Beobachtung erleichtert wird.

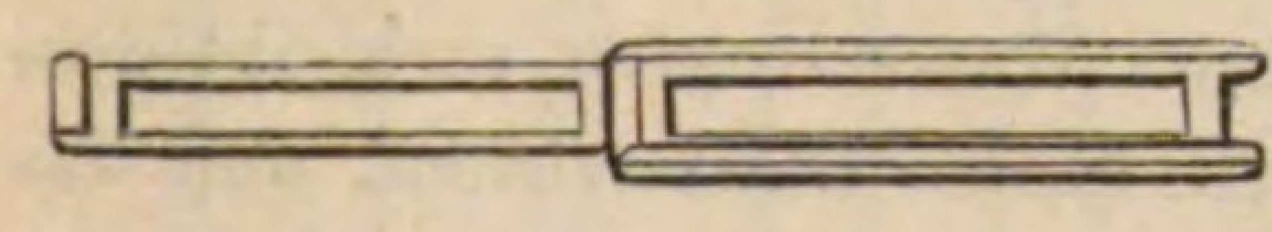
Die ältesten Beobachter benutzten nach Huygens (*Mem. de l'Acad. de Paris* 1678. XI, p. 608) vielfältig Glimmerblättchen: die Objecte wurden mit etwas Wachs oder Terpentin aufgeklebt, oder auch wohl zwischen zwei Glimmerblättchen gebracht. Schon am Ende des 17. Jahrhunderts waren die mit Oeffnungen versehenen hölzernen oder beinernen Schieber in Gebrauch, worin die Objecte zwischen Glimmerblättchen stacken, die mittelst eines kleinen Messingringes zusammengedrückt wurden. Bei Bonannus (*Micrographia curiosa*, p. 27) findet man sie ganz so abgebildet (Fig. 65, S. 108), wie sie bis vor einigen Jahren noch allgemein in Gebrauch waren; nur wurden die Glimmerblättchen späterhin meistens durch concave Glasplättchen ersetzt. Hartzoeker (*Essay de Dioptrique* 1694, p. 176) benutzte bei seinem früher beschriebenen einfachen Mikroskope einen kleinen Messingrahmen, wie er Fig. 169 (a. f. S.) dargestellt ist. Derselbe bestand aus zwei durch ein Charnier verbundenen Hälften, auf deren länglich vierseitige Oeffnungen Glimmerstreifen angeklebt waren.

Man ersann auch bald andere kleine Instrumente, die zum Festhalten der Objecte bestimmt waren. Schon bei Cuno's Mikroskope (Fig. 7, S. 40), und noch mehr bei jenem von Johannes Musschenbroek (Fig. 9, S. 42) kommen sie in Menge vor, nämlich Schieberzängelchen

zum Fassen der Objecte, spitzig zulaufende Nadeln, kleine Gabeln und gabelartige Instrumente mit stumpfen Spitzen. Namentlich zeugen aber die in Fig. 9 bei *E*, *G*, *H* mit abgebildeten Instrumente für Musschenbroek's Erfindungsgabe. *H* ist zum Festhalten von Objectschiebern oder Glastafeln bestimmt; durch *G* soll ein Glasröhrchen *ef* festgehalten werden, dergleichen schon Leeuwenhoek zur Untersuchung von Flüssigkeiten benutzt hatte; *E* endlich ist ein kleines Büchschen oder Gläschen aus einem concaven und einem flachen Glase, um lebende Thierchen einzuschliessen, also die einfachste Form der Wasserinsectenbüchse (*animal life box*). Später finden wir die letztere, jedoch ohne Stiel, wiederum beim zusammengesetzten Mikroskope von Culpeper und Scarlet, und erst in neuerer Zeit sind daran mehrere Verbesserungen vorgenommen worden.

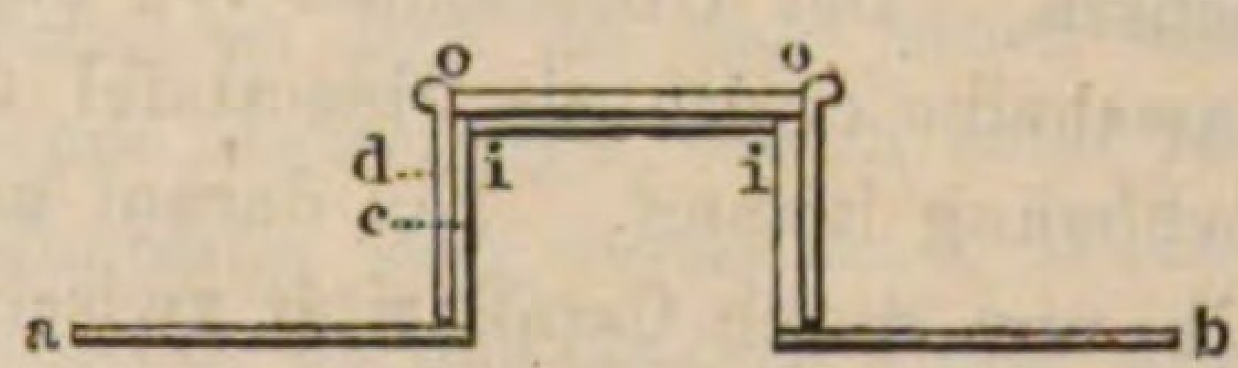
Nach Lister's Rath gab Tulley diesem Thierbüchschen die Form, welche Fig. 170 im Durchschnitte dargestellt ist. Die kleine Messing-

Fig. 169.



Hartzoeker's Rahmen für Glimmerblättchen.

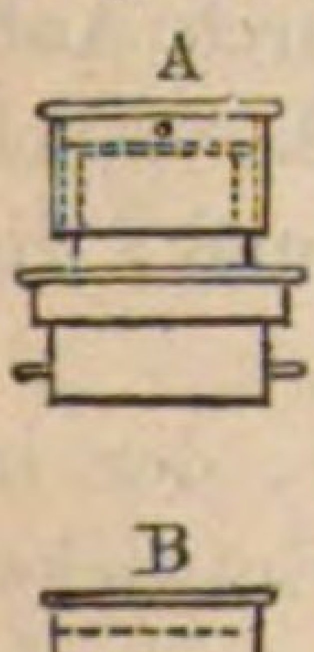
Fig. 170.



Tulley's Thierbüchse.

platte *ab* hat ziemlich gleiche Grösse wie die gewöhnlichen gläsernen Objecttäfelchen; in der Mitte hat sie eine Oeffnung, und über dieser steht ein kurzes Röhrchen, welches durch eine runde flache Glasscheibe *ii* geschlossen wird. Auf dieses Röhrchen passt, gleich wie ein Deckel, ein zweites, das ebenfalls durch ein flaches Glasplättchen *oo* geschlossen ist.

Fig. 171.



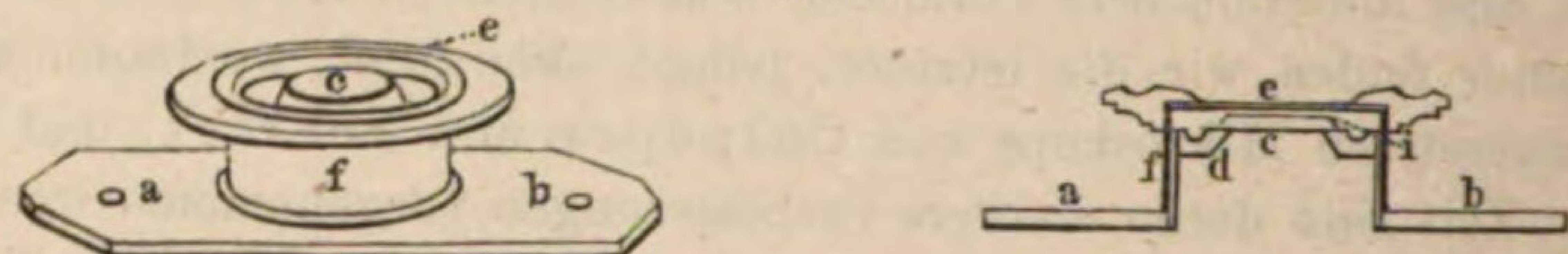
Goring's Thierbüchse.

Daran brachte Goring (*Microscop. Illust.* Ed. 1, p. 57) eine kleine, aber nicht unerhebliche Verbesserung an, welche Fig. 171 dargestellt ist. Die beiden Glastäfelchen fügte er nämlich wasserdicht in ihre Höhlungen, und am äusseren Büchschen brachte er nahe dem Rande eine feine Oeffnung an. So kann das Thierbüchschen auch für Wasserthiere benutzt werden, und die kleine Oeffnung dient zum Herauslassen der Luft. Für in der Luft lebende Thiere fügte er noch ein zweites Deckelchen *B* hinzu, welches wie das erstere gestaltet ist, aber mehrfache kleine Oeffnungen besitzt.

Varley (*Transact. of the Soc. of Arts.* XLVIII) hat 1831 mit diesen kleinen Instrumenten noch eine Veränderung vorgenommen, wodurch sie zur Untersuchung von Thieren, die im Wasser leben, weit geeigneter ge-

worden sind, so dass ihm hierin jetzt alle englischen Mikroskopverfertiger nachfolgen. Diese Varley'sche Thierbüchse ist Fig. 172 dargestellt. Auf der flachen Messingplatte *ab* erhebt sich ein kurzes Rohr, worauf das Objecttäfelchen *c* liegt, aber nicht unmittelbar auf dessen äusserm Rande, sondern auf einem nach innen vorspringenden Ringe *d*. Somit bleibt oben eine ringförmige Rinne *i* übrig. Das Deckelchen *f* mit der dünnen Glastafel *e* schiebt sich über das innerste Rohr, wie bei den früheren Thier-

Fig. 172.



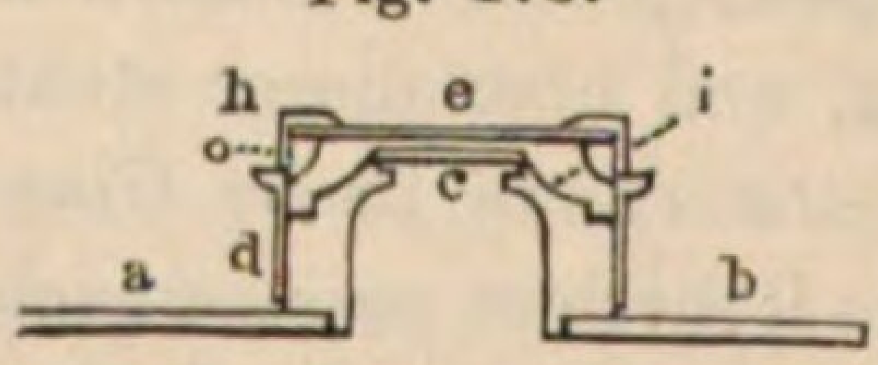
Varley's Thierbüchse in der Seitenansicht.

Durchschnitt derselben.

büchsen. Der Unterschied von diesen besteht nur darin, dass die kleine Glasscheibe *c*, die als Objecttafel dient, mit der kleinen Röhre nicht in Berührung kommt. Ein darauf gebrachter Wassertropfen verbleibt deshalb nur durch Capillarität zwischen den beiden Glastäfelchen, und das Deckelchen lässt sich ganz herumdrehen, ohne dass die Flüssigkeit abfliesst.

Späterhin hat Powell daran noch eine Verbesserung angebracht, die in Fig. 173 im Durchschnitte dargestellt ist. Das Deckplättchen kann hier gewechselt werden. Das als Deckel dienende Röhrchen besteht nämlich aus zwei Stücken. Der unterste Theil *d* hat oben einen Rand mit dem Schraubengange *o*; darauf kommt das runde Deckplättchen *e*, welches durch Aufschrauben des Ringes *h* befestigt wird. Auch hier bezeichnet *c* das Objecttäfelchen und *i* die ringförmige Rinne.

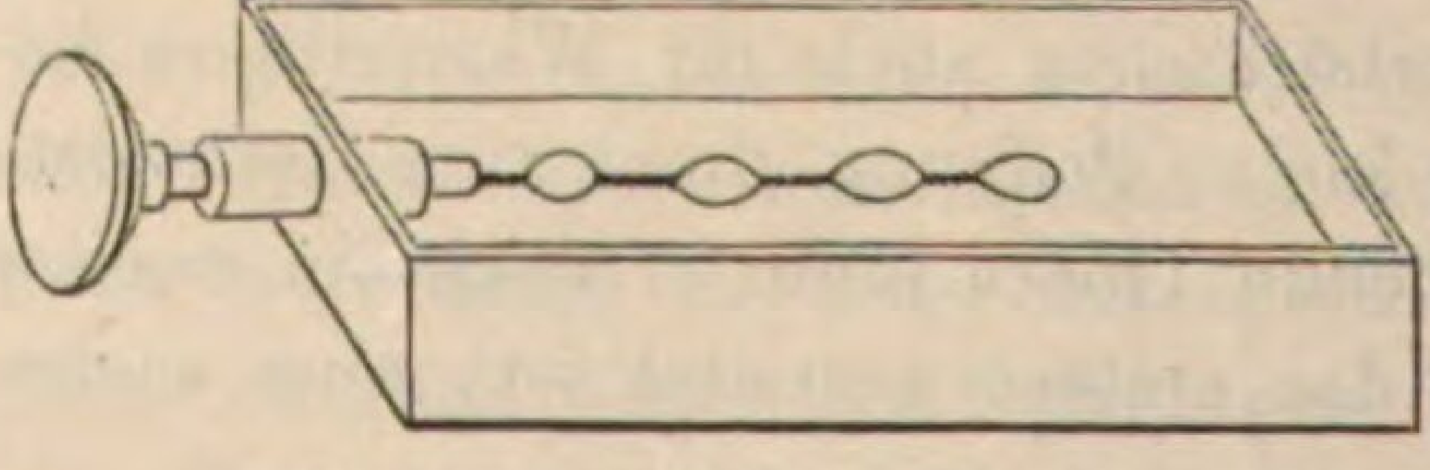
Fig. 173.



Powell's Thierbüchse.

Hierher gehört auch der kleine Apparat von Laurent, der in Fig. 174 dargestellt ist. Er soll ausdrücklich dazu dienen, die Entwickelung der Molluskeneier zu beobachten; mit ein Paar Veränderungen ist er aber auch für andere ähnliche Zwecke zu verwenden. Es ist nämlich ein kleiner vierseitiger Messingtrog mit einem Glasboden. Die eine Wand hat eine Oeffnung für einen kleinen Messingcylinder, der vorn durchbohrt ist, um einen doppelten Messingdraht aufzunehmen. Der Draht ist so gewunden, dass in Zwischenräumen

Fig. 174.



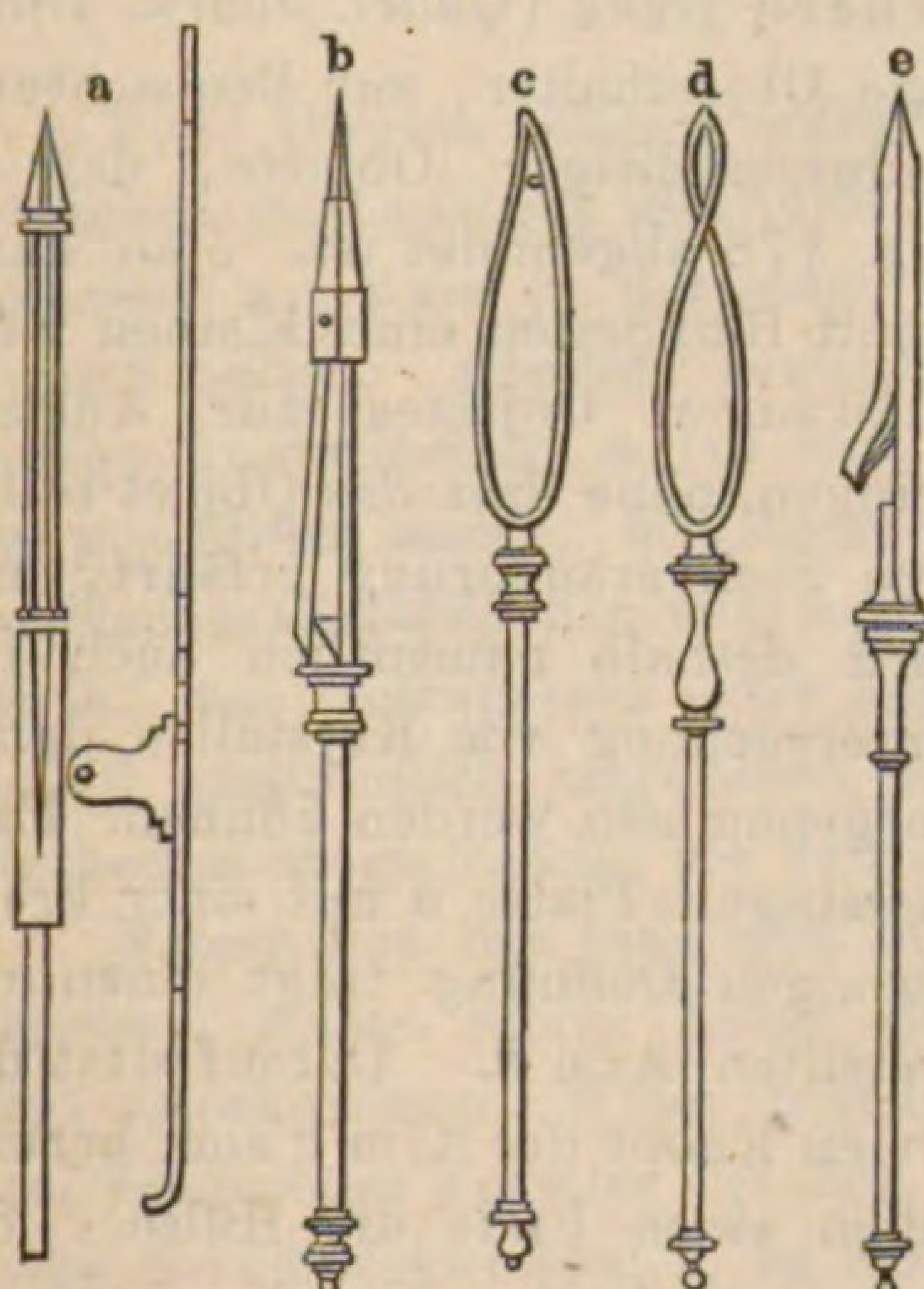
Laurent's kleiner Trog.

Oeffnungen zur Aufnahme der Eier entstehen, deren Entwickelungsstadien sich verfolgen lassen, wenn man den Messingdraht in dem mit Wasser gefüllten kleinen Troge dreht.

Die Schieberzängelchen von Cuno und von Musschenbroek wur- 111
den schon vorhin genannt. Im Jahre 1702 fügte Wilson einem seiner einfachen Mikroskope (Fig. 13, S. 50) ein Zängelchen bei, das bis auf unsere Zeit in Gebrauch geblieben ist. Es besteht aus zwei federnden Blättern *k*, die durch einen Druck auf zwei mit Knöpfchen versehene Stifte von einander weichen, so dass nun ein zu fassendes Object dazwischen kommen kann.

Joblot hat hierzu ebenfalls verschiedene kleine Zangen erfunden, die in Fig. 175 dargestellt sind. Ihre Anwendung ergiebt sich von selbst.

Fig. 175.

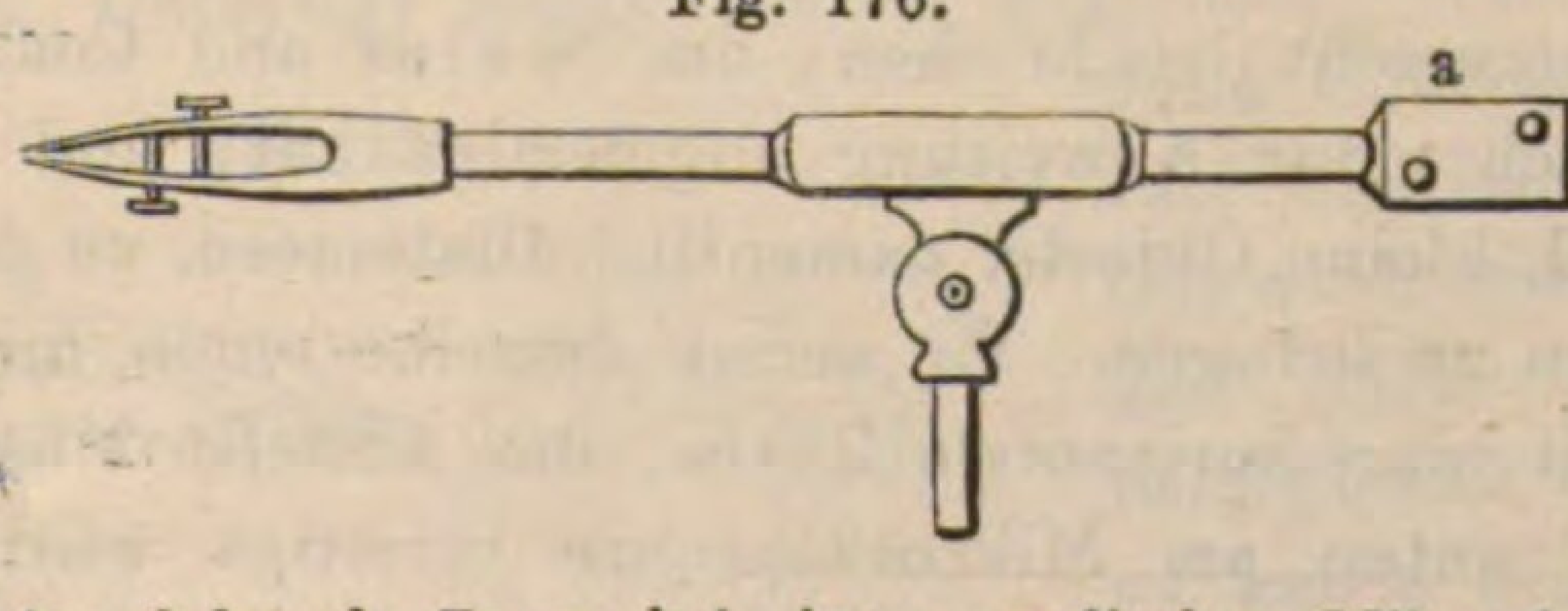


Kleine Zangen von Joblot.

Sie sind aber nicht in allgemeineren Gebrauch gekommen. Sie sowohl wie die kleine Wilson'sche Zange befanden sich an dem einen Ende einer Stahlstange, die in einer Messinghülse sich verschob. Wilson brachte an das andere Ende dieser Stange noch eine Elfenbeinscheibe, die auf der einen Seite weiss, auf der andern schwarz war, um verschiedenfarbige Objecte darauf zu legen.

Dergleichen Zängelchen kommen noch bei vielen unserer gegenwärtigen Mikroskope vor. Bei anderen ist das Scheibchen weggelassen, oder es wird wohl auch, wie in Fig. 176, durch ein vierseitiges messingenes Kästchen *a* ersetzt, welches mit Kork angefüllt ist, um mittelst einer Nadel

Fig. 176.

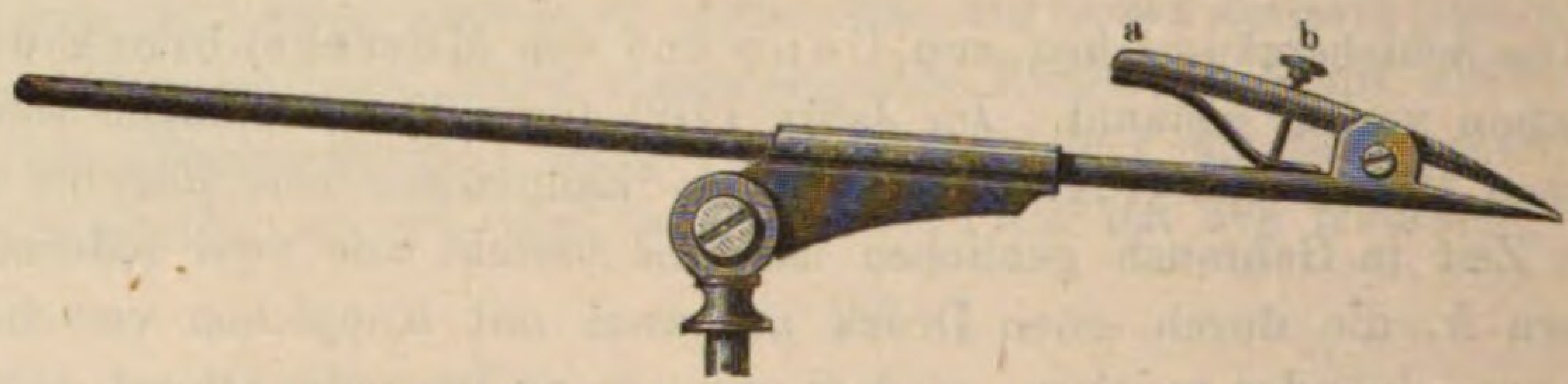


Kleine federnde Zange bei einem englischen Mikroskope.

Korkscheibchen oder Pappscheibchen mit den darauf befestigten Objecten daran anheften zu können.

Recht gut geformt ist die kleine in Fig. 177 abgebildete Zange, welche Oberhäuser nach Strauss-Durckheim (*Traité pratique* I,

Fig. 177.

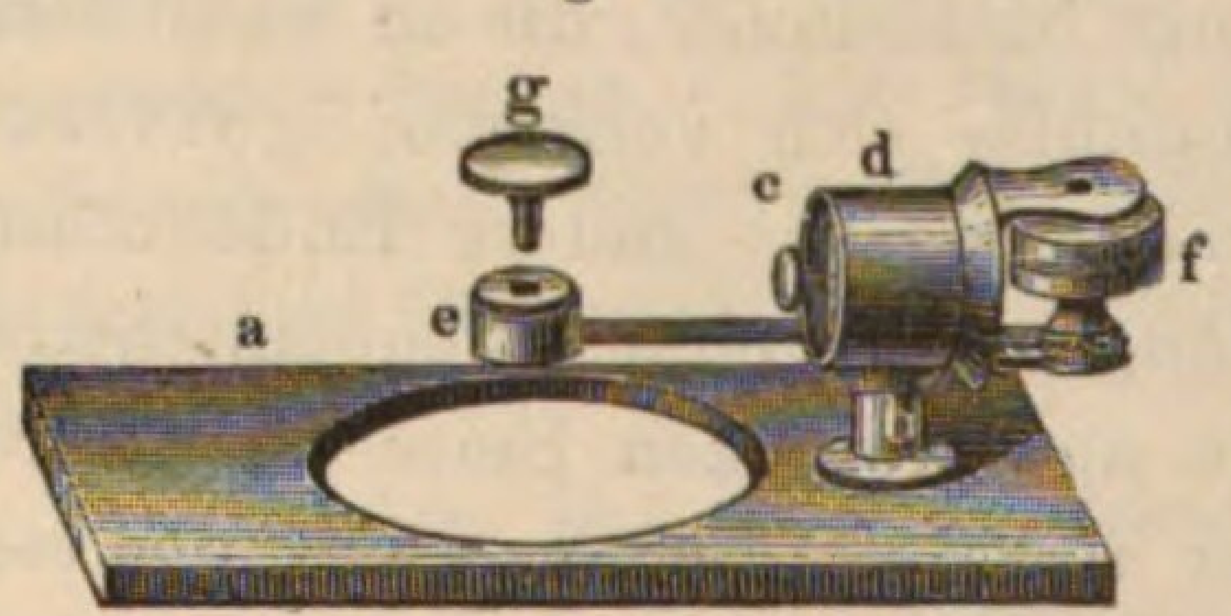


Microphore à bascule von Strauss-Durckheim.

p. 136) verfertigt hat und die als *Microphore à bascule* bezeichnet wurde. Durch einen Druck auf das hintere Ende *a* des oberen Zangenblattes öffnet sich die Zange, wenn vorher die Schraube *b* abgenommen wurde.

Ferner gehört hierher der von Richard Beck (*Quart. Journ.* 1862. N. Ser. VII, p. 102) construirte drehbare Objecthalter, zur Beobachtung undurchsichtiger Objecte, der in Fig. 178 abgebildet ist. Man kann damit fünf Seiten eines kleinen würfelförmigen Objectes zur Ansicht bringen, ohne dass das Object selbst eine Stellveränderung erfährt, und wird deshalb namentlich auch die Untersuchung von Krystallen damit vorgenommen werden können. Eine messingene Platte *a* mit einer kreisförmigen Oeffnung trägt einen um seine Axe drehbaren und senkrecht gestellten Arm *b*. Darauf sitzt der kleine Cylinder *d*, durch dessen geränderten Knopf der Arm *c* sich herumdrehen lässt. Dieser Arm *c* hat an dem einen Ende die Hülse *e*, die durch ein mit dem Knopfe *f* in Verbindung gesetztes Kettchen gedreht werden kann. Auf die kleine gestielte Scheibe *g* wird das Object mittelst Gummi befestigt, und dessen Stiel kommt dann in die Hülse *e*.

Fig. 178.



Drehbarer Objecthalter von Richard Beck.

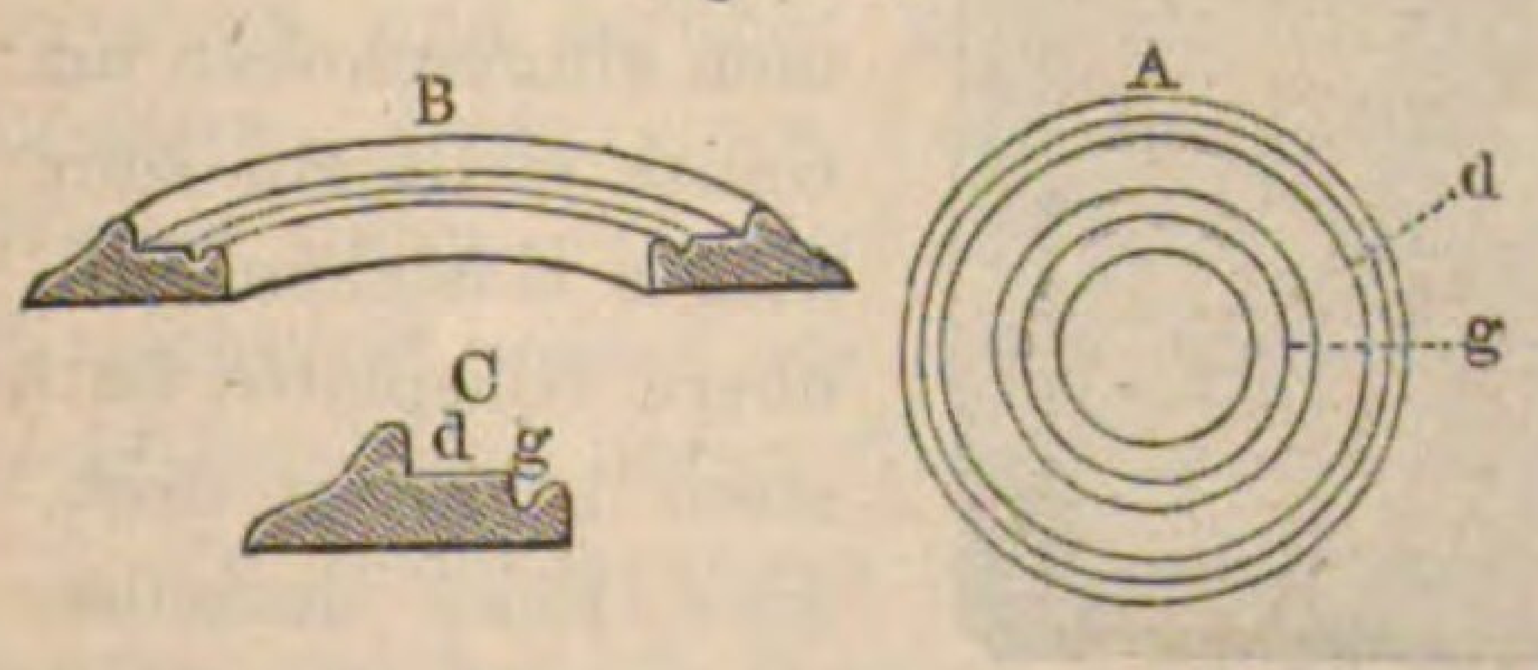
Endlich hat H. L. Smith (*Amer. Journ. of Sc. and Arts.* 1866, p. 331) ein kleines Instrument beschrieben, das Wales and Comp. (Fort Lee, New-Jersey) nach seiner Anweisung angefertigt hat, und das zunächst dazu dienen soll, kleine Objecte, namentlich Diatomeen, zu fassen und auf ein Glastäfelchen zu bringen. Er nennt dasselbe einen mechanischen Finger. Es ist eine horizontale Röhre, die mittelst eines Ringes mit Klemmschraube unten am Mikroskoprohre befestigt wird. In dieser Röhre befindet sich ein kleines verticales Röhrchen, das durch eine Mikrometerschraube hin und her geschoben werden kann, und in dessen Axe verläuft ein cylindrisches Stäbchen, welches durch einen am oberen Ende befindlichen flachen Knopf sich nach unten drücken lässt, bei Nach-

lass des Druckes aber durch eine Spiralfeder wiederum zurück schnellt. Dieses Stäbchen lässt sich durch einen kleinen Knopf in seiner Hülse herumdrehen. An seinem unteren Ende ist dann ein kleiner Hebelarm angebracht, woran eine kleine Klemmpincette sitzt, und diese fasst ein Streifchen Papier, woran ein feines Haar von $^1/_{10}$ Zoll Länge mittelst Gummi anklebt. Soll dieser kleine Apparat wirken, so muss zunächst das cylindrische Stäbchen gedreht und durch die Mikrometerschraube so bewegt werden, dass die Spitze des Haares über den kleinen Gegenstand kommt, den man fassen will. Jetzt drückt man das Stäbchen mit dem Haare gerade nach unten, dass der kleine Gegenstand daran hängen bleibt. Hierauf schiebt man ein Glastäfelchen darunter, das vorher durch Anhauchen befeuchtet wurde, und drückt nochmals auf das Stäbchen, so dass das Haar das Täfelchen erreicht und den kleinen Gegenstand darauf absetzt.

Viele Objecte müssen während der Untersuchung durch ein Deck- 112
plättchen gegen Druck geschützt werden, oder sie müssen in eine Höhlung kommen, wenn sie in der einen oder der andern Flüssigkeit aufgehoben werden sollen. Ehedem benutzte man dazu runde oder länglich vierseitige Glastäfelchen, worin eine oder auch mehrere muldenförmige Höhlen geschliffen waren. Mit Recht nimmt man jetzt lieber kleine Tröge, die ein flaches Glastäfelchen zum Boden haben. Wie ich dergleichen aus Kautschuk, aus Guttapercha oder aus Glasstreifen verfertige, ist früher (II, S. 70) umständlich besprochen worden. Ich habe hier nur noch einiger Methoden zu gedenken, die von Anderen empfohlen worden sind.

Namentlich hat man sich in der letzten Zeit in England viel Mühe gegeben, solche kleine Tröge (in England nennt man sie Zellen) auf eine zweckmässige Weise herzurichten, und man bekommt sie in den verschiedensten Formen bei den Mikroskopverfertigern. Man hat mehrfache Bereitungsweisen: 1. In ein flaches Glastäfelchen wird eine Oeffnung gebohrt; das beste Verfahren, um ganz seichte Tröge zu bekommen, weil man dazu selbst das dünne Glas für Deckplättchen anwenden kann. 2. Von runden, vierseitigen oder elliptischen Glasröhren werden Ringe abgeschnitten. 3. Derartige Ringe werden gegossen. Wenn die Aufbewahrung mikroskopischer Präparate eine immer mehr verbreitete wird, so steht zu erwarten, dass solche gegossene Ringe bald überall um weniges Geld zu haben sein werden. Eine von Darker angegebene Form der Ringe, wie in Fig. 179, ist in vielen Fällen ganz pas-

Fig. 179.



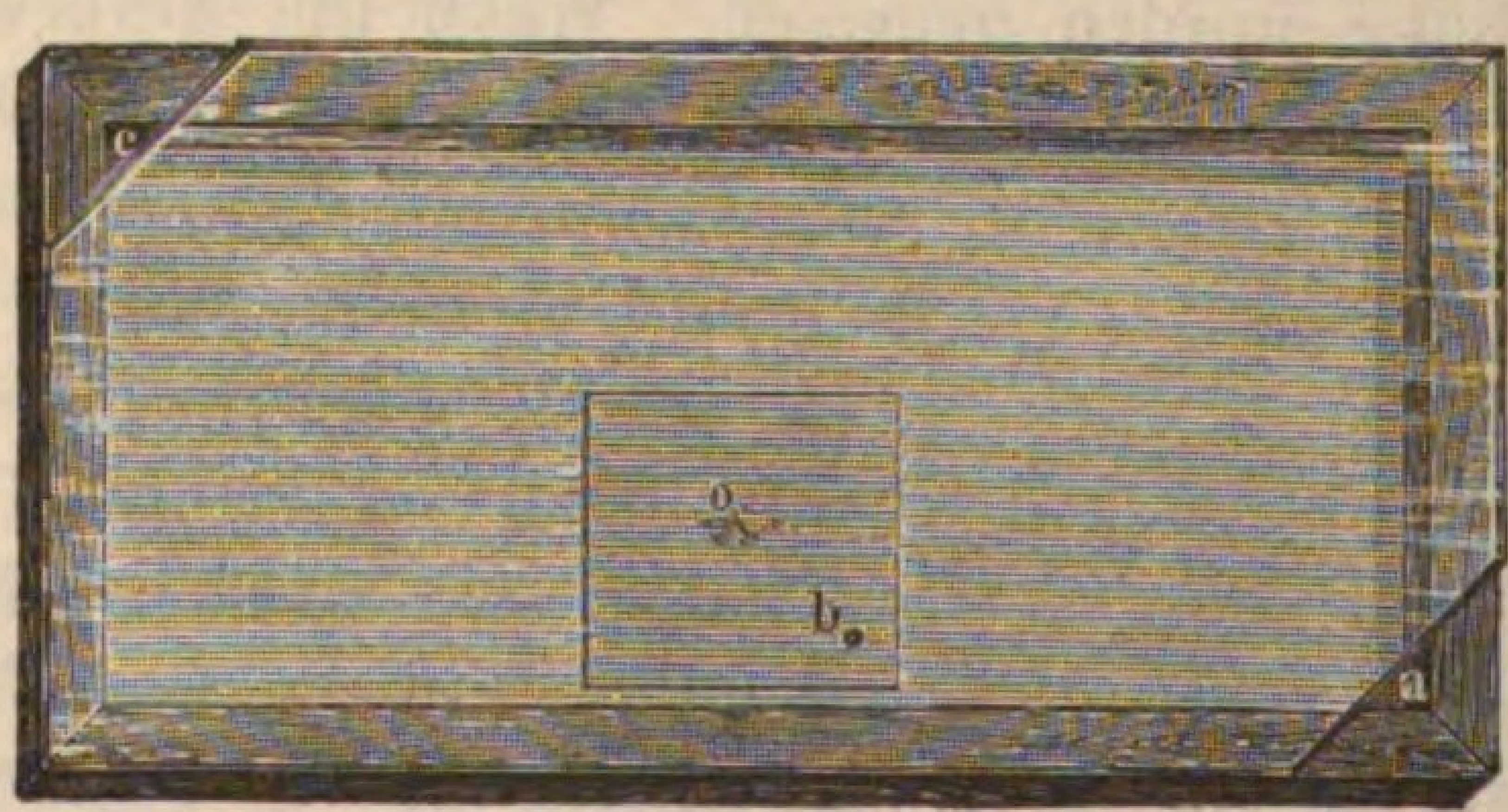
Ges Kollaterring von Darker.

send. Bei A sieht man den Glasring von oben, bei B sieht man ihn im Durchschnitte, und C zeigt den Durchschnitt des Randes allein. Der gerade Abschnitt *d* am Rande ist zum Auflegen des Deckplättchens bestimmt, und die Rinne *g* verhindert, dass der überflüssige Kitt nach dem Präparate hin geht.

Um solche Ringe auf Glastäfelchen zu befestigen, benutzt man jetzt in England zumeist den von Jeffery erfundenen und zu verschiedenen technischen Zwecken im Grossen bereiteten sogenannten Seeleim (*marine glue*), eine Mischung von Schellack, Kautschuk und Kohlentheer. Er kommt in mehreren Sorten im Handel vor; zum mikroskopischen Gebrauche eignet sich aber nach Quekett jene am besten, welche das Zeichen G K 4 hat. Um Glasringe damit zu befestigen, wird der Seeleim in dünnen Streifen auf das Glas gelegt und bis zum Sieden darauf erwärmt. Nach Quekett kann man dazu ein kleines Tischchen von Eisenblech nehmen, welches auf 4 Füsschen steht und worunter eine Alkohollampe kommt. (Uebrigens hat sich später Goadby (*Americ. Journ.* 1852, p. 15) für den Erfinder des Tischchens ausgegeben.) Auf den geschmolzenen Seeleim legt man nun den Ring und drückt ihn mit einem flachen Holzstückchen an. Nachdem die Glastafel mit dem Ringe weggenommen und etwas abgekühlt ist, kratzt man den überflüssigen Seeleim mit einem kleinen Meissel ab. Soll der kleine Trog ganz vollkommen ausfallen, so giesst man eine schwache Kalisolution oder etwas Weingeist hinein, kratzt die letzten Reste des Seeleims mit einem keilförmig zugeschnittenen Holzstückchen ab und spült dieselben zuletzt mit Wasser weg.

113 Es ist bereits früher (II, S. 98) von der sogenannten feuchten Kammer die Rede gewesen, die dazu dient, Gegenstände eine Zeit lang mit Wasser befeuchtet zu erhalten. Unlängst hat nun H. L. Smith (*American Journ. of Sc. and Arts.* 1865, Sept. p. 241) eine kleine derartige Einrichtung erfunden, die als eine recht brauchbare Zugabe zum mikroskopischen Apparate gelten darf. Dieselbe ist in Fig. 180 dargestellt, jedoch mit einer kleinen Modification. Zwischen zwei Platten von Spiegelglas ist ein Rahmen eingeschoben und das Ganze stellt ein sehr niedriges Kästchen dar. Die obere Glasplatte ist höchstens 1 Millim. dick, und eine Ecke derselben ist schief abgeschnitten, so dass eine Oeffnung *a* ent-

Fig. 180.



H. L. Smith's feuchte Kammer, etwas modificirt.

steht. In diese obere Platte ist dann noch mit einer Feile unter Terpentinöl das kleine runde Loch *b* gebohrt. Mit Hülfe einer Pipette oder eines Spritzfläschchens wird das Kästchen von der dreieckigen Oeffnung *a* aus mit Wasser gefüllt, und dieses steigt durch Capillarität in dem Loche *b* in die Höhe. Liegt nun auf der oberen Glasplatte, die als Objecttisch dient, bei *o* ein kleines Object und darüber das vierseitige Deckplättchen, dann ersetzt sich das an den Rändern des letzteren verdunstende Wasser immer wieder durch neues Wasser, welches aus der Tiefe durch das Loch *b* heraufsteigt, und man kann das Object auf diese Weise 1 bis 3 Tage hindurch im feuchten Zustande erhalten.

Den Rahmen zwischen den beiden Glasplatten kann man auf die früher (I, S. 69 bis 72) beschriebene Weise sich zubereiten. Ich habe eine 2 Millim. dicke Platte von Guttapercha dazu genommen, und den kleinen Apparat in der Beziehung modificirt, dass ich auch bei *c* ein dreieckiges Stück der oberen Glasplatte abschnitt, wodurch das seichte Kästchen hier eine ähnliche Oeffnung wie bei *a* bekommt. Dadurch erleichtert man die Füllung des horizontalen Kästchens mit Wasser; denn während bei *a* Wasser einströmt, kann die Luft bei *c* ausströmen. Auch kann man das verdunstende Wasser durch anderes ersetzen, ohne dass an der ganzen Einrichtung etwas geändert wird. Steckt man aber in die beiden Oeffnungen *a* und *c* durchfeuchtete Baumwollfäden, und taucht einen dieser Fäden in einen höher stehenden, mit Wasser gefüllten Behälter, während der andere in einen tiefer angebrachten Behälter hineinhängt, so kommt es zu einer continuirlichen Strömung in dem Kästchen, die so lange anhält, als der obere Behälter noch Wasser führt.

Das Kästchen bei Smith ist 2 Zoll breit und 3 Zoll lang. Ich habe 3 Cent. Breite auf 6 Cent. Länge genommen. Es kommt hierbei auf den Durchmesser des Objecttisches an.

Selbstverständlich kann man auch, falls es nöthig erscheint, eine andere Flüssigkeit in das Kästchen geben.

Einer anderen Einrichtung von Richard Beck (*Quart. Journ.* April, 1866, p. 34) liegt das nämliche Princip zu Grunde. Zwei Glasringe sitzen auf einem cirkelförmigen Stücke Glas mit einer centralen Oeffnung, und dadurch bekommt man eine ringförmige Höhle für das Wasser. Der doppelte Glasring ist an eine Messingplatte mit aufrechtem Rande befestigt, und darüber geht als Deckel eine Glastafel mit zwei kleinen Löchern, deren eines Luft durchlässt, während durch das andere das Wasser unter dem Deckplättchen aufsteigt. — Diese mehr kostspielige Einrichtung besitzt nur darin einen Vorzug, dass das Licht vom Spiegel nicht durch eine untere Glasplatte und eine Wasserschicht zu gehen braucht.

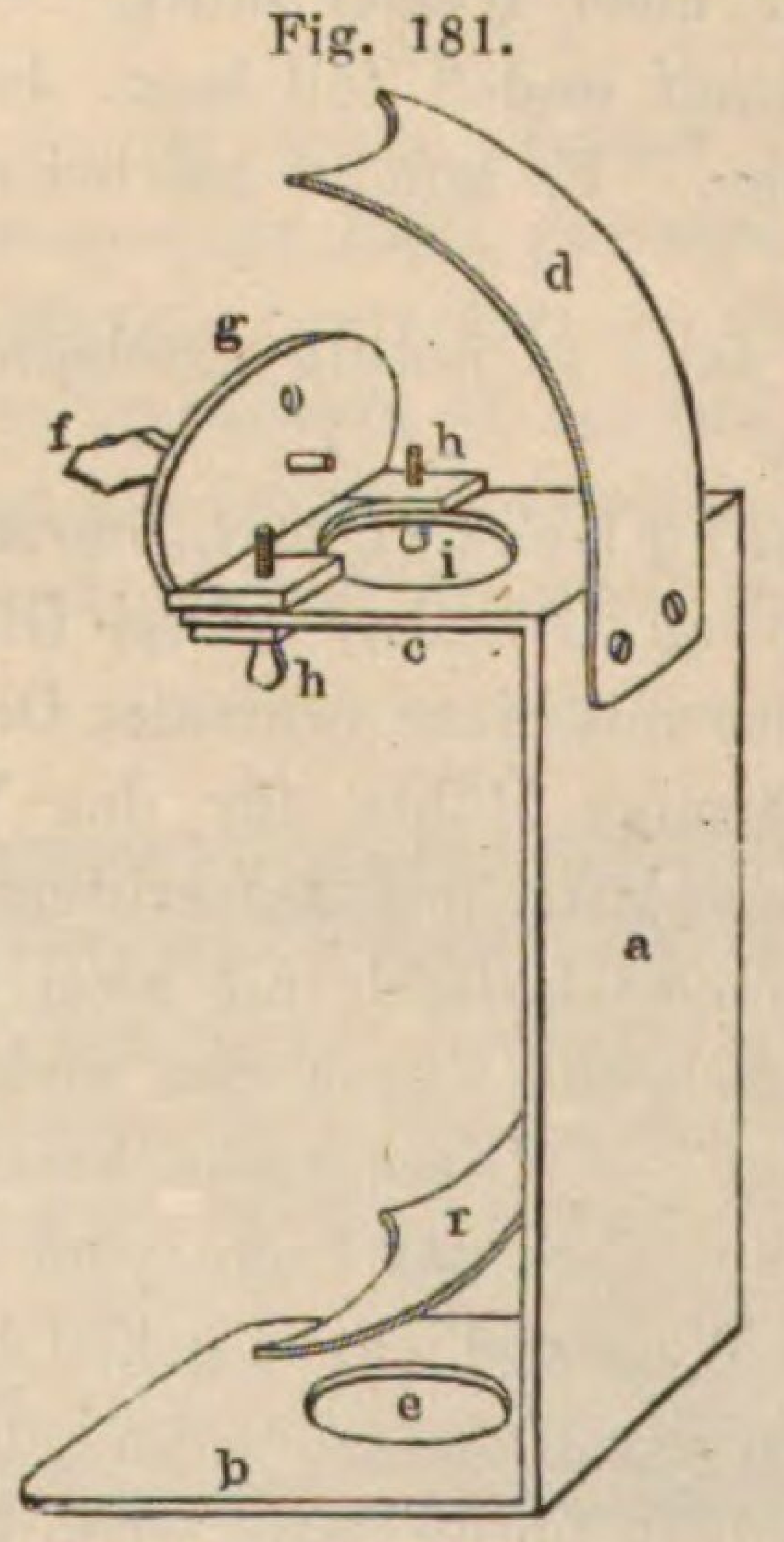
Zu Beobachtungen über das Wachsen der Hefenzellen und der Pilzsporen, welches oft Wochen lang zu verfolgen nothwendig wird, hat sich Dr. J. C. Lermer (*Polyt. Journ.* 1866, CLXXXI, H. 3, S. 223) einen

passenden Objectträger zusammengestellt, der auch wohl für andere Zwecke dienen kann. Eine Platte von reinem weissen Glase (78 Millimeter lang, 52 Millim. breit und drei Millim. dick) hat in der Mitte der Breitenachse, am vorderen Rande, eine Vertiefung oder ein Reservoir von 15 Millim. Durchmesser und $1^1/_2$ Millim. Tiefe eingeschliffen. In die Mitte des Objectträgers kommt das zu beobachtende Object, bedeckt mit einem dünnen Deckglase von 30 Millim. Durchmesser, so dass ein Theil des Deckglases etwa 5 Millim. über das Reservoir hinreicht. Das Reservoir wird überschüssig mit Wasser oder einer anderen Nährflüssigkeit gefüllt, und dann legt man zur Beschwerung ein grösseres Glas (50 Millim. lang, 38 Millim. breit und 2 Millim. dick) darüber, in dessen Mitte eine Oeffnung von 20 Millim. angebracht ist. Wenn mittelst eines auf verschiebbarem kleinen Stative stehenden Niveaufläschchens von circa 50 C.-Centim. Inhalt ein constantes Flüssigkeitsniveau in dem Reservoir unterhalten wird, so kann man mit dem so vorgerichteten Objectträger Gegenstände Wochen lang unter dem Mikroskope verfolgen.

114 Mehrfach sind Apparate erfunden worden, mittelst deren man den Blutumlauf bei Thieren beobachten kann.

Die erste hierzu bestimmte Vorrichtung findet sich bei Leeuwenhoek (*Sendbrieven*; 66*ste Missive van* 12 *January* 1689) beschrieben; sie ist Fig. 181 dargestellt. Eine silberne oder messingene Platte *a* ist an beiden Enden rechtwinkelig umgebogen und die umgebogenen Theile *b* und *c* haben bei *e* und *i* runde Löcher; durch diese wird eine Glasröhre gesteckt und mittelst der Federn *r* und *d* festgehalten. In der Glasröhre befindet sich in Wasser ein kleines Fischchen, dessen Flossen oder dessen Schwanz so gestellt sind, dass man den Blutumlauf darin wahrnehmen kann. Die Linse, die wie bei allen Leeuwenhoek'schen Mikroskopen zwischen zwei Platten eingeschlossen war, kam dann vor die gläserne Röhre, indem sie an die aufrechtstehende Platte *g*, welche durch die beiden Schrauben *h h* am Theile *c* befestigt ist, mittelst *f* angeschraubt wurde. Leeuwenhoek hat dergleichen Apparate mehrfach verfertigt; im Kataloge seiner Mikroskope (S. 39) werden acht silberne und vier messingene aufgezählt.

Fig. 181.



Leeuwenhoek's Apparat zur Beobachtung des Kreislaufs.

Bei dem Mikroskope von Marshall (Fig. 67, S. 111) kam das Fischchen

auf den gläsernen Objecttisch *d* und der Körper, jedoch mit Ausschluss des Schwanzes, wurde mit einer umgebogenen bleiernen Platte bedeckt, um das Thier am Wegspringen zu hindern und um dessen Bewegungen zu mässigen.

Die Form dieser bleiernen Platte gab wahrscheinlich Veranlassung zu der messingenen Fischpfanne (Fig. 182), welche Culpeper und Scarlet etwas später ihrem Mikroskope beigaben, und die sich lange Zeit in Gebrauch erhalten hat. Es ist eine rinnenförmig gebogene längliche Messingplatte, an dem einen Ende etwas schmaler als am andern, mit einer Oeffnung bei *a*, durch welche der Schwanz des kleinen Thieres kommt. Der Körper des Fischchens und die Platte zusammen werden ein Paar Male mit einem breiten Bande umwickelt, um das Thierchen zur Ruhe zu nöthigen.

Fig. 182.



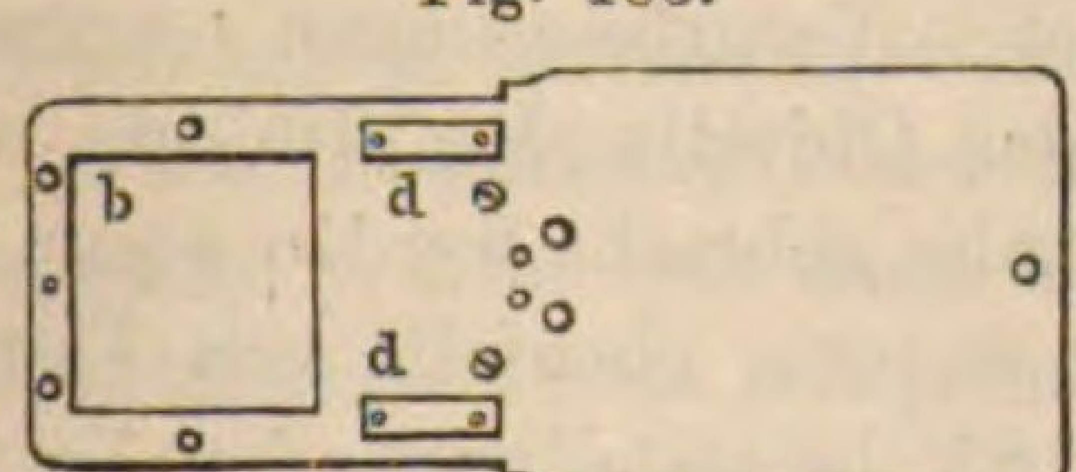
Fischpfanne von Culpeper und Scarlet.

Um den Blutumlauf in der Schwimmhaut des Frosches zu beobachten, benutzte Alexander Stuart in London, wie Baker meldet, 1744 einen Rahmen, an dem das Thier mit Bändern und Nadeln befestigt wurde. Doch war die Einrichtung im Ganzen zur Beobachtung mit dem Sonnenmikroskope bestimmt. Hendrik Hen gab für diesen Zweck zu seinen Mikroskopen einen länglich viereckigen Rahmen aus Messingblech, mit zwei breiten Querstreifen und mehreren kleinen Löchern am Rande, um daran die Bänder und Fäden zu befestigen, wodurch das Thier ausgestreckt wurde.

Diesem ganz ähnlich, nur aus Holz verfertigt, ist der Apparat zur Beobachtung der Circulation des Frosches, dessen sich R. Wagner bediente; derselbe wurde von J. Vogel (*Anleitung zum Gebrauche des Mikroskops.* Leipzig 1841, S. 69) beschrieben.

Powell und Ross fügen ihren Mikroskopen eine Froschplatte bei, wie sie Fig. 183 dargestellt ist. Sie ist aus Messing, etwa 15 Centimeter lang und 6 Centimeter breit. An dem einen Ende befindet sich die Oeffnung *b*, welche durch eine Glasplatte geschlossen ist, und auf diese kommt der Fuss des Frosches. Um diese Oeffnung herum befinden sich vier oder noch mehr kleine Knöpfe, um welche die Fäden geschlungen werden, womit man die Zehen ausbreitet. Den ganzen Frosch, mit Ausnahme der einen Hinterpfote, steckt man in ein kleines leinenes Säckchen, das mit einem Bande zugehalten wird, und die Enden dieses Bandes führt man unter den etwas überragenden Streifen *dd* hindurch und knüpft sie zuletzt zusammen.

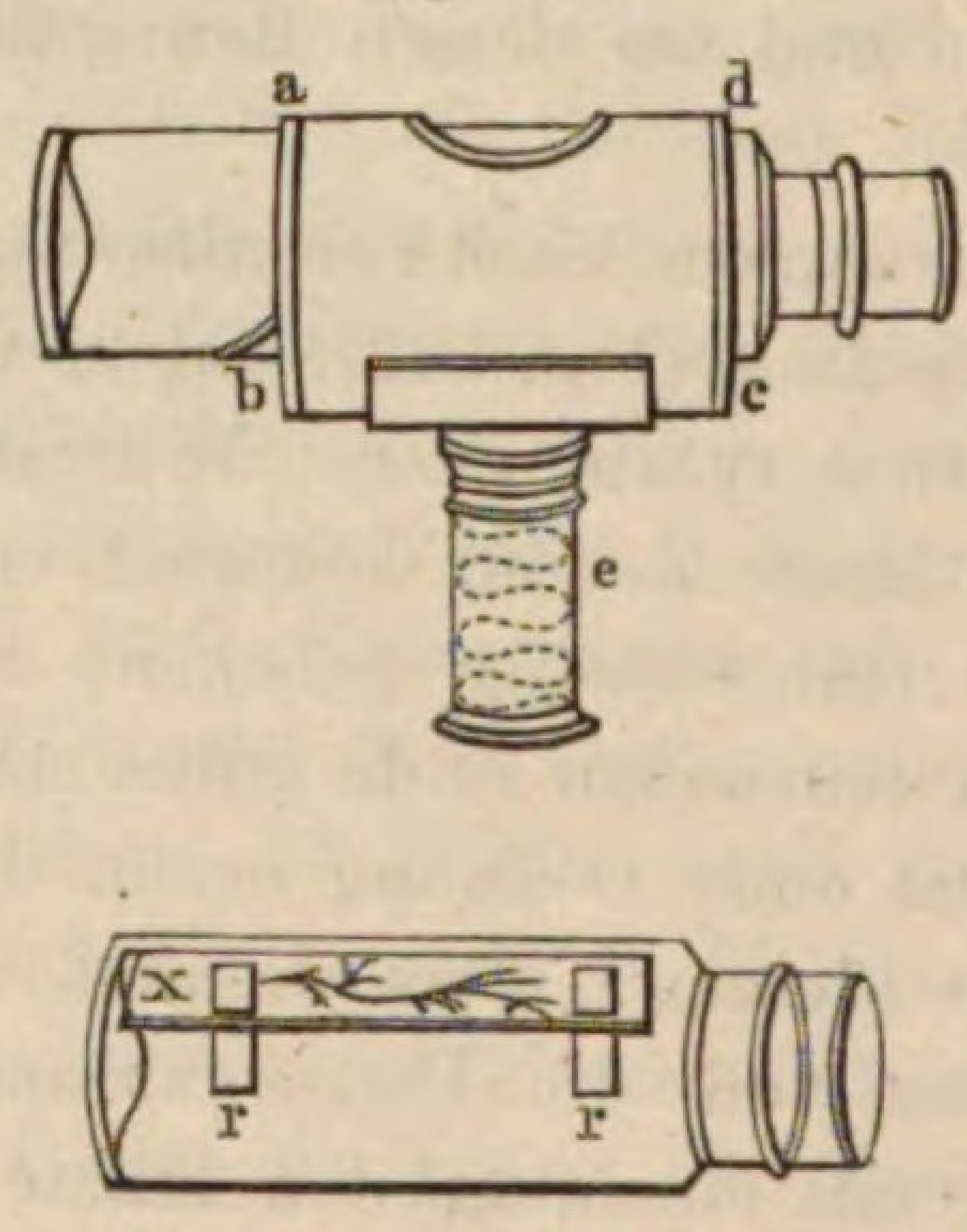
Fig. 183.



Froschplatte von Ross.

Doch sind schon früher (II, S. 106 ff.) die nöthigen Anweisungen gegeben worden, wie man durch Glas- und Korktafeln, einige Nadeln u. dgl. alle diese Apparate entbehrlich machen kann.

Fig. 184.

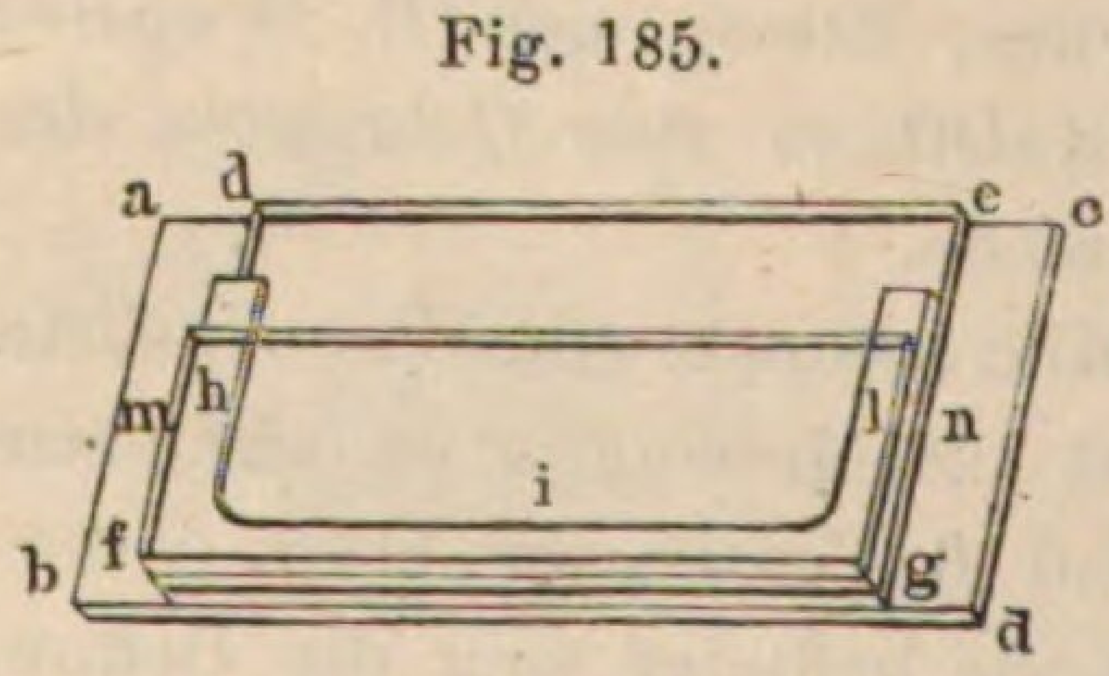


Varley's Flaschenhalter.

115 Für die Beobachtung der Saftbewegung in den Zellen der Chara- und Nitellaarten ist Varley's Flaschen- oder Röhrenhalter bestimmt, den man in Fig. 184 abgebildet sieht. Ein kurzes Rohr *abcd* von etwa drei Centimeter Dicke und fünf Centimeter Länge ist innen ganz mit schwarzem Tuche überzogen, zwei einander gegenüber liegende Oeffnungen ausgenommen. Unter der unteren Oeffnung befindet sich ein engeres Rohr *e* mit einer Spiralfeder, die unten festsitzt und oben gegen eine gebogene kleine Platte drückt. In das cylindrische, mit einer weiten Oeffnung versehene und mit Wasser gefüllte Fläschchen kommt dann ein jüngerer Theil der Pflanze, und mit Hülfe eines Glasstreifens *x* und der beiden Korkstückchen *rr* wird derselbe in die Nähe der Wandung gebracht. Ist nun das Fläschchen zugekorkt, so wird es in das Rohr *abcd* geschoben, worein es gerade passt, und durch die Spiralfeder festgehalten, doch so, dass man es noch bequem herumdrehen und verschieben kann.

Dieser kleine Apparat kann wirklich gute Dienste leisten, wenn man Untersuchungen über die Säftebewegung in den Zellen von Wasserpflanzen und über deren Entwickelung mehrere Tage lang fortsetzen will. Nur ist damit der Nachtheil verbunden, dass man durch eine gekrümmte Glasoberfläche und aus diesem Grunde weniger scharf sieht. Zudem ist er nur bei schwachen Vergrösserungen benutzbar, weil das Objectiv dem Objecte nicht ganz nahe gebracht werden kann.

Fig. 185.

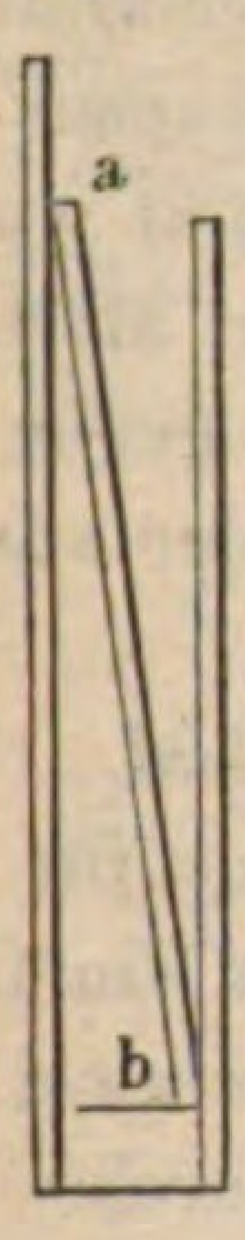


Varley's senkrechter schmaler Trog.

Im Allgemeinen verdient daher die andere, ebenfalls von Varley herrührende Einrichtung, welche in Fig 185 dargestellt ist, den Vorzug; nur hat diese wieder den Nachtheil, dass sie blos bei horizontaler Stellung des Mikroskopes anwendbar ist. Auf eine ziemlich dicke Glasplatte *defg* werden durch ein Gemenge von Pech und Wachs die drei Glasstreifen *h*, *i* und *l* befestigt, und darauf kommt die aus dünnem Glase bestehende Deckplatte *mn*, welche kleiner ist als die Platte *defg*. Zum bequemeren Gebrauche kann man letztere noch mit Canadabalsam auf die längere

Glasplatte *abcd* aufkleben. So hat man einen engen Glastrog, wohinein man Wasser nebst den zu untersuchenden Objecten, wie Charen und andere Wasserpflanzen, Polypen, Larven von Wasserinsecten u. s. w. bringen kann *).

Fig. 186.



Smith und Beck haben an diesem Varley'schen Troge noch eine kleine aber zweckmässige Veränderung angebracht, die in Fig. 186 im Durchschnitte dargestellt ist. Sie bringen nämlich in der Richtung der Diagonale ein Glastäfelchen *ab* hinein. Das hat zur Folge, dass die Objecte, welche schwerer als Wasser sind, nach unten sinken zwischen dem diagonalen Täfelchen und dem Deckplättchen und so von selbst der Oberfläche des letztern sich nähern. Ausserdem ist dieses Glastäfelchen beweglich, so dass man die vorher eingebrachten Dinge damit nach vorn schieben und befestigen kann, indem man kleine Korkstückchen zwischen den Boden des kleinen Trogs und die innerste Glasplatte bringt.

Varley's Trog mit diagonalem Septum.

Bei keiner Abtheilung mikroskopischer Hülfswerkzeuge hat sich die Erfindungsgabe der Beobachter sowohl als der Optiker mehr geltend gemacht, als bei jenen, welche dazu bestimmt sind, auf die Objecte einen gleichmässigen Druck auszuüben und diesen nach Willkür zu mässigen oder zu verstärken. Die Zahl dieser sogenannten Compressorien ist aber zu gross, als dass ich mich auf eine ausführliche Beschreibung aller einlassen könnte; auch werden dieselben in fast allen Fällen durch ein früher beschriebenes einfaches Verfahren (II, S. 102) entbehrlich. 116

Da ich aber in der historischen Uebersicht auch solcher Instrumente gedenken muss, deren Nutzen Manchen zweifelhaft erscheinen mag, so will ich wenigstens die verschiedenen Druckwerkzeuge anführen, die seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts und grösstentheils auch noch jetzt in Gebrauch sind, eine umständlichere Beschreibung und Abbildung auf jene beschränkend, welche aus dem einen oder dem andern Grunde solche Bevorzugung zu verdienen scheinen.

Die Bemerkung, dass manche thierische Theile, wie Fett, Gehirnsubstanz u. s. w. erst dann deutlich werden, wenn man sie zwischen zwei Glastäfelchen etwas comprimirt, findet sich schon bei Robert Hooke,

*) Um Wasser in einen so engen Raum zu bringen, nehme ich einen ganz dünnen und schmalen Glasstreifen, der aber so lang sein muss, dass er, auf dem Boden des zu erfüllenden Raumes stehend, noch zwei bis drei Centimeter herausragt. Giesst man vorsichtig auf dieses herausragende Ende die Flüssigkeit, so läuft sie an dem Glasstreifen zum Boden der Höhlung herab und verdrängt die allmälig nach oben entweichende Luft. So lassen sich ohne sonderliche Mühe Räume füllen, die nur drei oder zwei Millimeter, ja selbst noch weniger messen.

ist also fast so alt als das Mikroskop selbst. Späterhin pflegte man auch meistens in solchen Fällen einen leichten Druck auszuüben, entweder durch die Schwere des Deckplättchens oder mit der Hand.

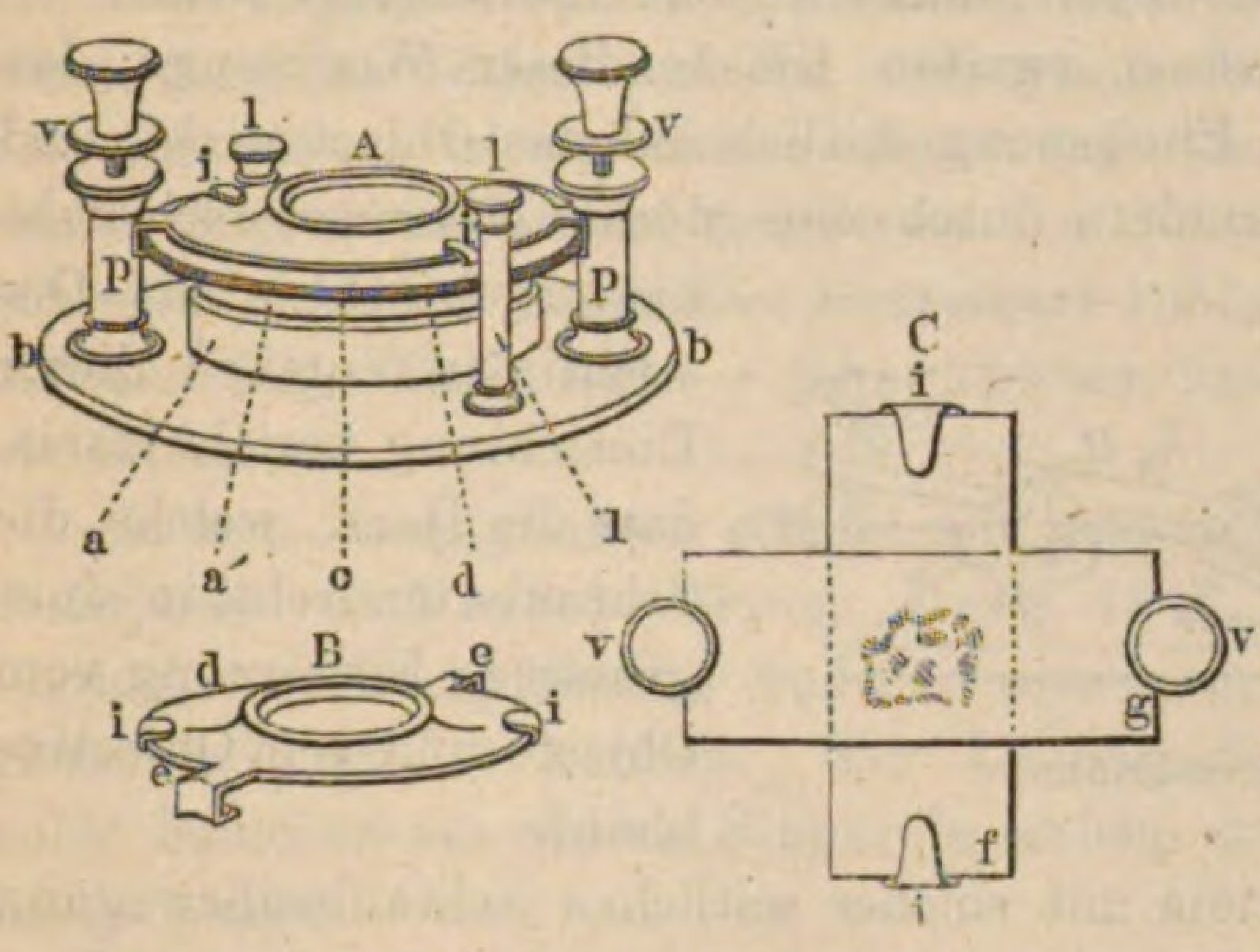
Der Erste, der auf eine mechanische Aushülfe Bedacht nahm, war Goeze (*Versuch einer Naturgeschichte der Eingeweidewürmer.* 1782), der zwei Compressorien beschrieb. Das erste ganz einfache bestand aus zwei Glasplättchen, von denen das eine am Boden einer Holzkapsel sich befand, in welche dann das andere mehr oder weniger tief gesenkt wurde. Das zweite Compressorium war zusammengesetzter und von Messing: die bewegliche Glasplatte wurde hier mittelst einer Schraube gegen die feststehende bewegt, und beide Platten wurden durch eine Feder auseinander gehalten.

Im Jahre 1831 beschrieb Ehrenberg (*Abh. d. Berl. Akad.* 1831, S. 46, u. *Die Infusionsthiere*, Vorrede S. XVII) ein Instrument für den nämlichen Zweck. Nach seiner Anweisung verfertigte Schiek ein Compressorium aus zwei geschliffenen Glasplatten, die dergestalt in zwei mit Schraubenwindungen versehene Ringe gefasst sind, dass sie durchs Umdrehen der Schraube einander immer mehr genähert werden. Die Umdrehung des oberen Glasplättchens wird dabei dadurch verhindert, dass sich am Rande zwei Einkerbungen finden, in welche zwei kleine Stifte passen, die am untersten Ringe festsitzen.

Viel zusammengesetzter, wenngleich auf dem nämlichen Principe beruhend, ist das Compressorium, welches Purkinje 1834 in Müller's *Archiv*, S. 385 beschrieb, und das er schon seit 8 Jahren benutzte. An demselben wurden weiterhin durch Purkinje selbst und durch Valentin (*Repertorium* Bd. III, S. 31) noch einige Verbesserungen angebracht. Jenes, welches 1841 von Savi (*Atti del Congresso scientifico di Firenze.* 1841, p. 341) beschrieben wurde, ist nur eine Modification dieses Compressoriums, und das Nämliche gilt von jenem, welches Pacini (*Nuovi Annali delle Sc. naturali di Bologna.* Nov. 1845) beschrieb. Indessen hat doch Pacini's Instrument vor dem ursprünglichen Purkinje'schen den Vorzug, dass es einen leichteren Wechsel der Glastäfelchen und auch während der Untersuchung selbst den Zutritt von Reagentien gestattet; deshalb gebe ich in Fig. 187 eine Abbildung desselben. Es besteht aus zwei über einander zu schraubenden Ringen. Der äussere Ring *a* ist auf eine mit einer grossen Oeffnung versehene Scheibe *bb* geschraubt, welche dem ganzen Instrumente zur Basis dient. Der innere Ring *a* ist mit einer zweiten, ebenfalls durchbohrten, aber kleineren Scheibe *c* verbunden, durch deren Umdrehung der innerste Ring mittelst der eingeschnittenen Schraube sich hebt und senkt. Auf der Scheibe *c* liegt noch eine Platte *d*, gleichfalls durchbohrt, die gar keine drehende Bewegung hat, sondern sich nur mit hebt und senkt, wenn die Schraube um den Ring geht. Zu dem Ende hat die Platte *d*, wie man bei B sieht, zwei Vor-

sprünge *e* und *e*, die an den beiden Säulen *p* sich auf- und niederbewegen. Zwei kleine hakenförmig umgebogene Streifen *ii*, die man bei A, B und C sieht, sind dazu bestimmt, eine der beiden Glastafeln, und zwar die untere, festzuhalten, nämlich *f* bei C.

Fig. 187.



Pacini's Compressorium.

Die obere Glastafel, nämlich *g* bei C, ist unbeweglich; sie wird durch die beiden Säulchen getragen, auf deren Oberfläche sie ruht, und ist durch die beiden Klemmschrauben *v* und *v* (bei A und C) daran befestigt. Dreht man den Rand des Ringes *c* in der einen oder der andern Richtung, so steigt oder sinkt die untere Glastafel und nähert sich langsam der oberen oder entfernt sich von derselben.

Die beiden Glastafeln haben die gewöhnliche länglich vierseitige Gestalt der Objecttafel, und da sie gekreuzt über einander liegen, so kann man leicht durch capillare Aufsaugung etwas Flüssigkeit zwischen sie bringen.

Ausser den beiden grösseren Säulen, die für die Scheibe *d* bestimmt sind, finden sich in gleicher Entfernung von diesen noch zwei kleinere Säulen *l* und *l*. Diese sollen nur als Stützpunkte dienen, wenn man mit einer Nadel oder sonst einem Instrumente etwas an dem Objecte ändern will. Sie können aber auch zur Befestigung eines lebenden Thieres benutzt werden, oder sie können als Träger der isolirten Polenden einer galvanischen Batterie dienen.

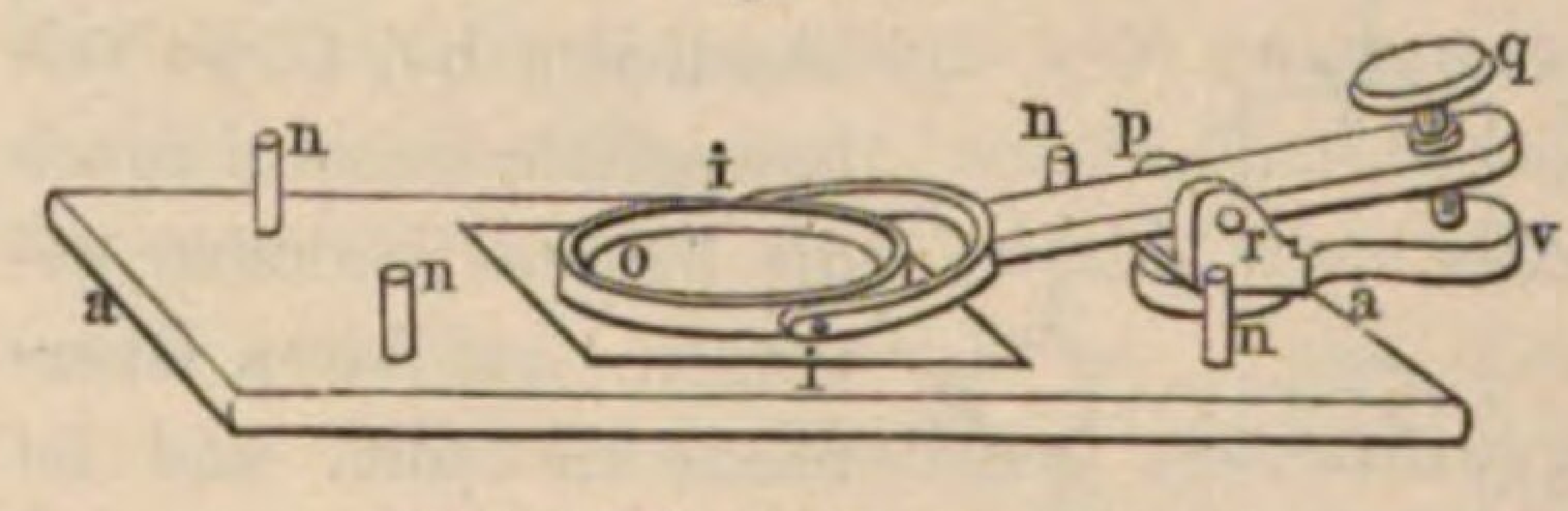
Man ersieht aus dieser Beschreibung, dass dieses Instrument nicht blos als Compressorium, sondern auch für manche andere Zwecke ganz gut benutzt werden kann, so dass es zu den nützlichen Hülfswerkzeugen bei mikroskopischen Untersuchungen gezählt werden darf.

Mehr oder weniger stimmt damit das Compressorium von Lister, welches Smith verfertigte (Quekett l. c. p. 121), und das zwar entschieden einfacher, aber auch weit weniger brauchbar ist. Beide Glastafeln sind hier beweglich. Sie werden durch zwei Spiralfedern an einander gedrückt, die um zwei Säulchen verlaufen. Diese Säulchen sind auch zugleich Conductoren einer Messingplatte, die gegen die obere Glastafel drückt, während die untere durch Umdrehen eines Ringes der um ein inneres Röhrchen geschraubt ist, nach oben gebracht werden kann.

Die bisher beschriebenen Druckwerkzeuge stimmen darin mit einander überein, dass die Bewegung, wodurch der Druck hervorgebracht wird, durch das Umdrehen eines mit einem Schraubengange versehenen Ringes erfolgt, dass also das Object immer in der Drehungsaxe liegt.

Anders steht es mit einer zweiten Klasse dieser Werkzeuge, bei denen der Druck in einiger Entfernung seitlich auf das Object wirkt, und nicht durch einen Ring, sondern durch eine dünne Mikrometerschraube hervorgebracht wird. Der wichtigste Vortheil dieser Einrichtung besteht darin, dass die Hand, welche die Schraube umdreht, in einer grösseren Entfernung vom Objecte und vom Objective bleibt.

Fig. 188.



Schiek's Compressorium.

Das erste Compressorium mit solcher seitlichen Schraubenbewegung wurde 1836 von Schiek verfertigt (Ehrenberg's *Infusionsthiere*, Vorrede S. XVII); dasselbe ist in Fig. 188 dargestellt. Eine länglich viereckige Messingplatte *aa* hat in der Mitte eine runde Glasscheibe, die etwas über die Oberfläche hervorragt. Eine zweite Scheibe *o* von dünnerem Glase ist in einen Ring gefasst, der zwischen zwei einander gerade gegenüber befindlichen Stiften *ii* in einem Bügel beweglich aufgehängt ist. Der Bügel ist mit einem Hebel *p* verbunden, der sich bei *r* um eine Axe dreht; am andern Ende dieses Hebels aber befindet sich die Schraube *q*, die etwas schief steht und in dem die Messingplatte überragenden Stücke *v* sich herumdreht. Mittelst dieser Schraube kann der Hebel zum Steigen oder zum Senken gebracht werden, so dass er dann am andern Ende einen stärkeren oder schwächeren Druck ausübt; die Art aber, wie dort der Ring mit dem darin enthaltenen Glastäfelchen aufgehängt ist, hat zur Folge, dass letzteres immer parallel bleibt mit dem unterliegenden Glastäfelchen. Man kann aber ein Object bequem auf das untere Glastäfelchen bringen, weil sich das Stück *v* nebst dem damit verbundenen Hebel zur Seite drehen lässt. — Dieses Compressorium kostet 6 Thaler.

Oberhäuser's Compressorium stimmt damit so ziemlich überein, nur ist die Schraube unten statt oben angebracht. Darin ist ihm aber eine wesentliche Verbesserung zu Theil geworden, dass das obere Glastäfelchen vermöge seiner Fassung leicht mit einem andern vertauscht werden kann, wenn es zerbricht oder beschädigt wird. — Auf dem Preiscourant stand es mit 20 Francs.

Dujardin (*Manuel etc.* p. 36) wie Amici (Mohl's *Mikrographie*, S. 129) sind Beide bemüht gewesen, das Schiek'sche Compressorium zu vereinfachen, indem sie den Ring mit dem obersten Deckplättchen wegliessen. Sie sind aber darin nicht glücklich gewesen, da der auf diese

Weise ausgeübte Druck unmöglich mit Gleichmässigkeit auf alle Punkte wirken kann.

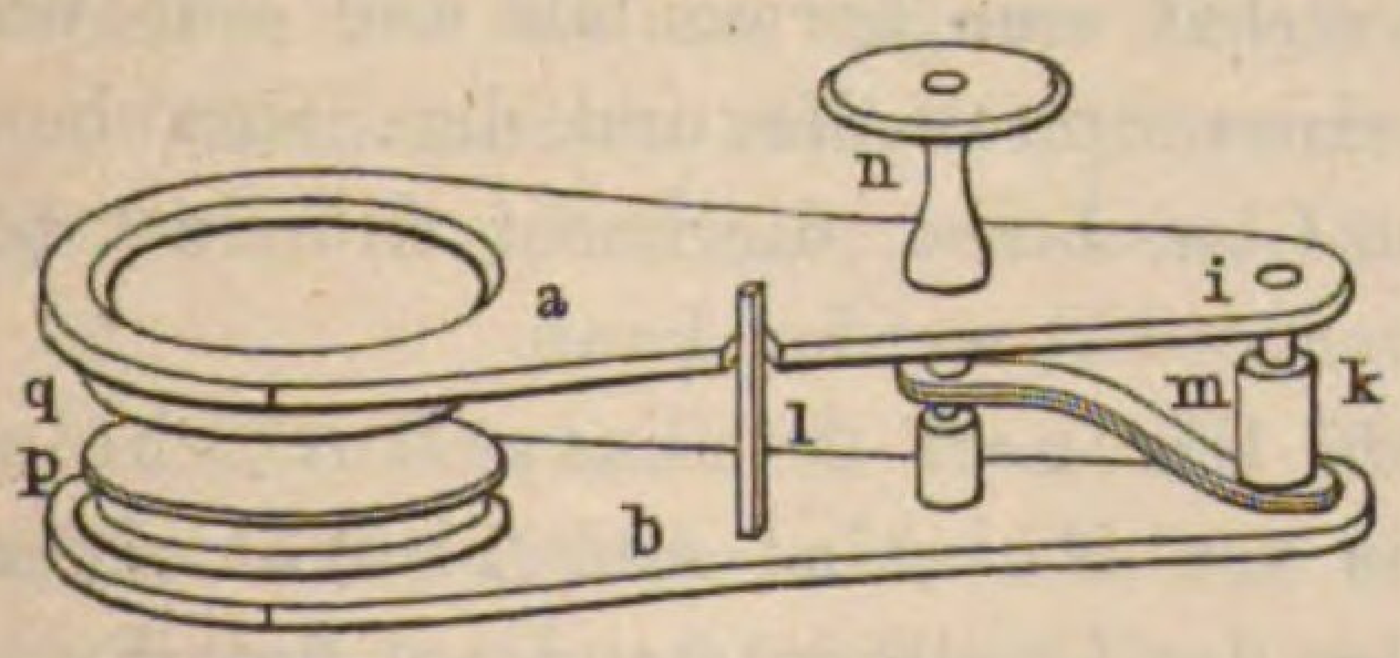
Einen besseren Gedanken hatte Quatrefages (*L'Institut* 1841, Nr. 386), der das Compressorium so einrichtete, dass es umgedreht werden kann, wenn man das Object auf der entgegengesetzten Seite beschauen will. Sein Instrument ist nur eine Verbesserung des Schiek'schen Compressoriums (Fig. 188), indem bei *nnnn* vier kurze senkrechte Säulchen angebracht sind, auf denen das Instrument ruht, wenn man es umgekehrt auf den Objecttisch legt. — Oberhäuser lieferte solche Compressorien um 30 Francs.

In den Hauptpunkten stimmt mit dem Schiek'schen Compressorium auch jenes von Yeates (*Microsc. Journ.* 1842. II, p. 44); nur hat es den Vorzug, dass Deckplättchen von der verschiedensten Dicke bequem darin gewechselt werden können. Zur Leitung der Bewegung dienen drei hohle Säulchen am oberen Ringe, in welche drei Stifte auf dem unteren Ringe passen.

Das Compressorium von Highley (*Quart. Journ.* 1862. N. Ser. VIII, p. 308) hat eine T-förmige Basis. Am mittleren Stücke befindet sich ein Hebel und eine Schraube, etwa wie am Schiek'schen Compressorium, und wie bei diesem endigt der Hebel in einen Bügel mit einem Ringe, worin ein dünnes Glasplättchen befestigt ist. Der Hauptunterschied liegt darin, dass das Querstück, worin die Oeffnung befindlich ist, eine bedeutendere Grösse hat, so dass gewöhnliche Objecttäfelchen von 3 Zoll Länge und 1 Zoll Breite darauf kommen können, die dann zugleich als Unterlage bei Ausübung des Druckes dienen.

Eine etwas andere Zusammensetzung hat das Compressorium von Wallach (Stilling u. Wallach, *Bau des Nervensystems.* 1843. S. 46), dessen Abbildung ich in Fig. 189 nach einem von E. Wenckebach verfertigten Instrumente gebe. Es besteht aus zwei gleichgeformten und gleichgrossen Messingplatten *a* und *b*, die an dem einen Ende etwa um die Hälfte verschmälert sind. Die breiteren Enden umschliessen die runden Glasplatten *p* und *q*, die beide über die Oberfläche des Messings etwas hervorragen. Die Bewegung wird durch die Feder *m* und die Schraube *n* bewirkt: jene hält die beiden Platten auseinander, diese hingegen nähert sie einander. Zur Sicherung der Bewegung dient die kleine Säule *k*, deren dünnere Partie in der Oeffnung *i* der oberen Platte sich bewegt. Auch der Stift *l* trägt dazu bei, der in eine schief einwärts gerichtete Einkerbung der oberen Platte passt. Wird

Fig. 189.



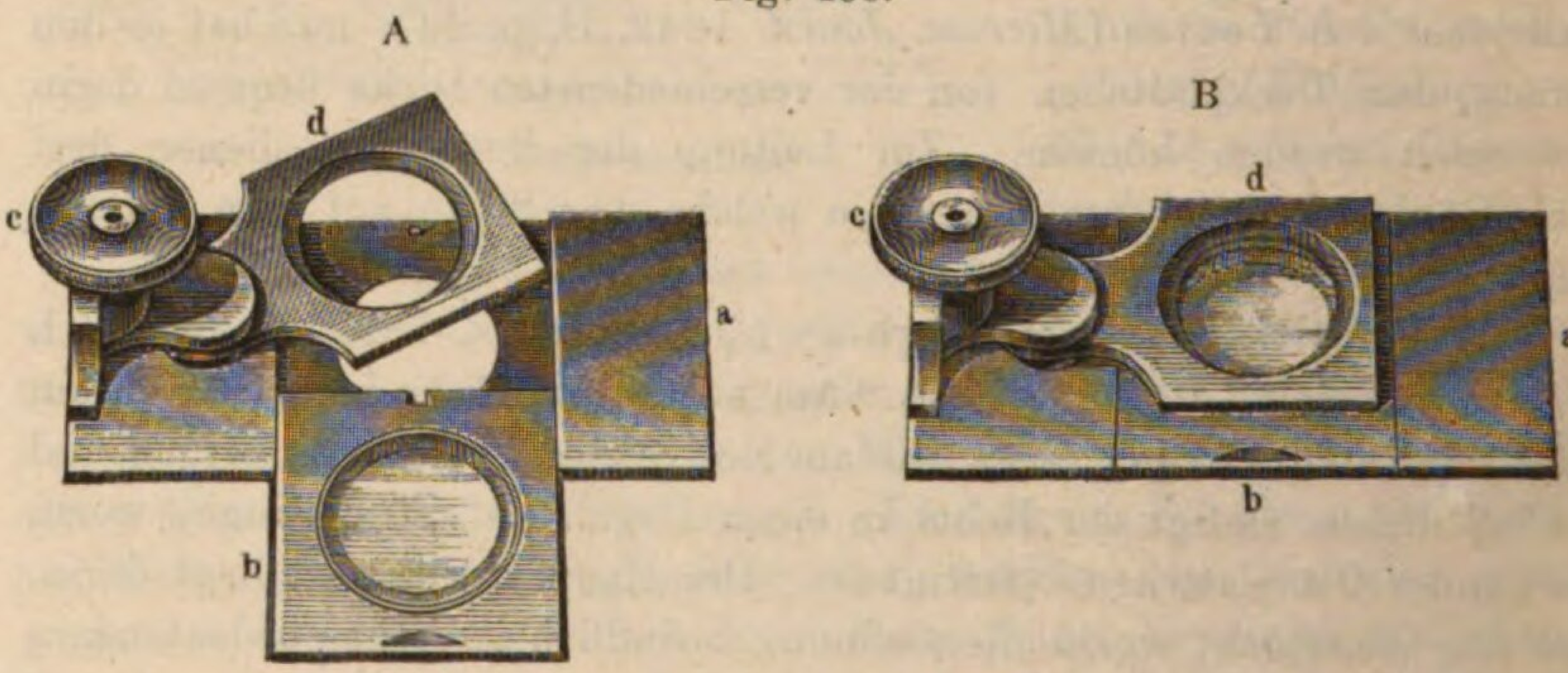
Wallach's Compressorium.

die Schraube hoch genug gedreht, dann kommt die Unterfläche der oberen Platte über die Spitze des Säulchens *k* und des Stiftes *l*, so dass sie dann zur Seite gedreht werden kann.

Ist dieses Compressorium gut gearbeitet, dann übt es einen sehr geregelten und gleichmässigen Druck aus; es würde aber noch brauchbarer werden, wenn sich die Deckplatte leicht vertauschen liesse.

Als eine Verbesserung des Wallach'schen Compressoriums kann das Compressorium von Ross (*Quart. Journ.* 1864. N. Ser. XIII, p. 41) gelten, welches in Fig. 190 dargestellt ist, und zwar bei A mehr auseinander gelegt, bei B in comprimirender Stellung. Die feste messingene Platte

Fig. 190.



Compressorium von Ross.

a von etwa 3 Zoll Länge hat eine mittlere Oeffnung. Darauf verschiebt sich schlittenartig der vierseitige Rahmen *b* mit einer eingefügten runden Glastafel. Dieser Rahmen lässt sich herausnehmen, wenn an dem Objecte etwas präparirt werden soll, und man kann ihn auch unter Wasser bringen. Die obere bewegliche Platte *d* hat eine horizontale und eine verticale Bewegung; letztere mittelst einer Spiralfeder und der Schraube *c*. In die Oeffnung von *d* kommt eine Glasscheibe, die leicht mit einer anderen, die dicker oder dünner ist, vertauscht werden kann.

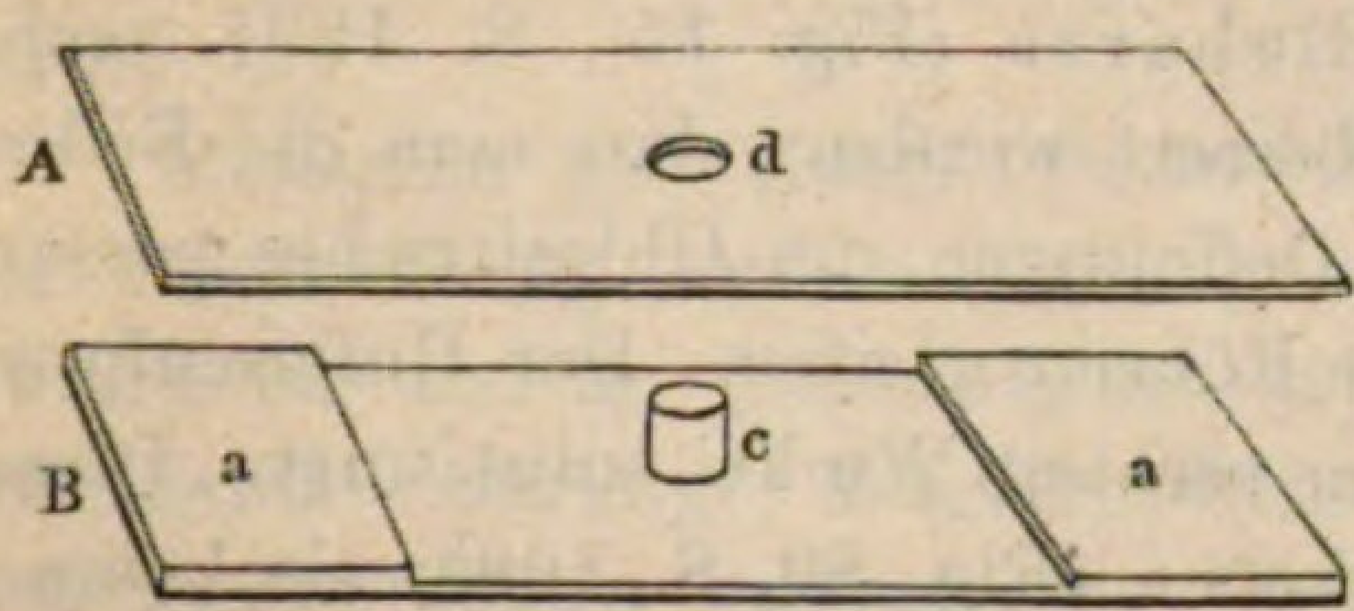
Ausserdem sind auch noch von Bischoff (Strauss-Durckheim, *Traité d'Anat. comp.* I, p. 87) sowie von Maissiat und Thuret eigene Compressorien erfunden worden. Das der Letzteren stand auf dem Preiscourante von Oberhäuser mit 35 Francs.

117 Ich habe hier noch zwei besondere mikroskopische Instrumente zu erwähnen. Zuerst den mikroskopischen Roller von Mandl (*L'Institut* 1838, Nro. 231), der dazu bestimmt ist, Objecte in das Gesichtsfeld zu rollen, damit sie nach einander ihre verschiedenen Oberflächen dem Auge darbieten, was zur Bestimmung der Form vieler kleiner Körperchen, wie Krystalle, Amylumkörner, Blutkörperchen u. s. w., allerdings nicht ohne

Bedeutung ist. Eine Vorrichtung zu solcher mechanischen Bewegung kann man jedoch recht gut entbehren, da es in den meisten Fällen ausreicht, wenn man das Deckplättchen mit dem Hefte eines Scalpells verschiebt. Ist dabei gleichzeitig eine Regelung des Drucks erforderlich, so ist jenes Verfahren, dessen ich schon früher (II, S. 102) gedacht habe, vollkommen ausreichend.

Zweitens ist das von Ludwig Fick (Müller's *Archiv* 1849, S. 151) beschriebene und in Fig. 191 dargestellte Instrument zu erwähnen, welches man als mikroskopischen Spanner bezeichnen kann. Es besteht aus zwei Messingtäfelchen A und B, von der Grösse gewöhnlicher Objecttäfelchen. B ist an den beiden Enden *a* und *a* etwas dicker als in der Mitte, wo sich eine runde Oeffnung mit einem senkrecht stehenden Ringe *c* befindet. Dieser Ring passt genau in die Oeffnung *d* der zweiten Platte, die eben ist, dabei aber gleichgross wie die erste.

Fig. 191.



Fick's mikroskopischer Spanner.

Will man nun ein Gewebe ausspannen, so bringt man es auf die Oeffnung des Ringes *c*, so dass ein Theil desselben über den Rand herabhängt. Bedeckt man es dann mit dem zweiten Täfelchen, so kann das Gewebe, je nachdem man stärker oder schwächer drückt, mehr oder weniger stark ausgespannt werden.

In der That muss dieser kleine Apparat als ein recht werthvolles Hülfsmittel zur Untersuchung vieler thierischer Gewebe angesehen werden. Das Gefüge mancher Häute, des Bindegewebes, der elastischen Bänder u. s. w., lässt sich damit besser als auf irgend eine andere Weise erkennen, wie ich aus eigener Erfahrung bestätigen kann. Es ist gut, wenn man mehrere solche Spanner zur Hand hat mit Ringen von verschiedenem Durchmesser, von 5 bis 10 Millimeter.

Schliesslich will ich noch der Mittel gedenken, wodurch man die gläsernen Objecttafeln oder Scheiben festklammert. 118

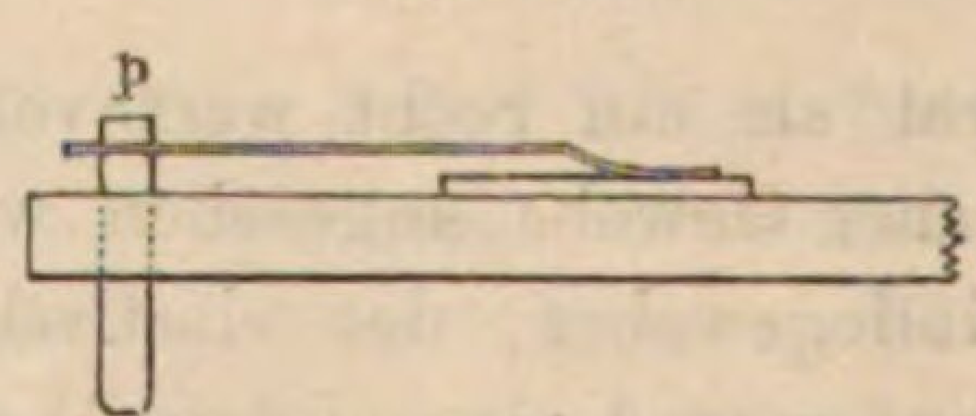
Zuerst gebrauchte Hartzoeker (Fig. 8, S. 41) beim einfachen Mikroskope zwei Täfelchen, die durch eine Spiralfeder gegen einander gedrückt wurden. Das nämliche Mittel benutzte auch Bonannus (Fig. 65, S. 108) bei seinem zusammengesetzten Mikroskope. Culpeper und Scarlet fügten ihrem Mikroskope auch einen derartigen Apparat bei, den man nach Willkür in die Oeffnung des Objecttisches einsetzen oder wieder wegnehmen konnte. Unstatthaft waren daran die drei Stifte für die mittlere bewegliche Platte, da es den kleinen Tafeln oder Scheiben dadurch erschwert wird, in der Mitte zu bleiben. Cuff verbesserte dies,

und seitdem wird dieser federnde Apparat von Martin, Adams und Anderen in der Fig. 73, S. 117, bei A dargestellten Form gefertigt, oder man ersetzt auch die beiden Seitenstücke durch vier Stifte, wodurch der Zweck natürlich eben so gut erreicht wird. So findet man diesen kleinen Apparat noch bei den älteren Mikroskopen Pritchard's.

Später hat man allgemein einem anderen Mittel den Vorzug gegeben, welches in einer roheren Form zuerst bei den Mikroskopen Brander's (S. 121) vorkommt. Dieser befestigte nämlich auf den Objecttisch eine hufeisenförmige Feder, wodurch die Objecttäfelchen eingeklemmt wurden. Dieses Beispiel ahmte Dellebarre (Fig. 75, S. 123) nach. Weiterhin ist die Sache dadurch verbessert worden, dass man die Feder an zwei Stifte befestigte, die in zwei Oeffnungen des Objecttisches passen und in zwei darunter befindliche enge Röhren greifen. Der Hufeisenform hat man auch wohl die Umbiegung im rechten Winkel substituirt. Diese Form findet sich bei Amici's Mikroskopen (Fig. 89, S. 169); sie kommt aber auch bereits an denen von Jones (Fig. 74, S. 120) vor, und ist seitdem bei den englischen Optikern allgemein im Gebrauche geblieben.

Noch einfacher und in gewisser Beziehung zweckmässiger ist die Einrichtung Chevalier's, die durch Fig. 192 erläutert wird. Zwei federnde Streifen Messingblech sind drehbar an einem runden Stifte p befestigt, der in eine Oeffnung des Objecttisches kommt. Man kann so Täfelchen von verschiedener Länge festklemmen und die Federn immer leicht zur Seite schieben oder wegnehmen, wenn man den Objecttisch ganz frei haben will. Solche Klemmer hat auch Brunner bei seinen Mikroskopen. Sie kamen ferner an den älteren Oberhäuser'schen Instrumenten vor, aber nicht mehr bei den neueren. Eben so finden sie sich an den älteren Nachet'schen Mikroskopen.

Fig. 192.



Chevalier's Klemmfeder.

Nachet hat aber späterhin die zweckmässige Veränderung damit vorgenommen, dass die beiden Messingstreifen in seichte Gruben an der oberen Fläche des Objecttisches passen, also nicht hinderlich sind, wenn der Klemmapparat nicht gebraucht wird. Drückt man auf zwei an der Unterseite befindliche Federn, so treten sie heraus und man kann das Objecttäfelchen damit festklemmen.

Weniger zweckmässig ist die Einrichtung an den neueren kleinen Mikroskopen Nachet's, wo die Objecttafel nur an eine senkrecht zum Objecttische stehende und blos vor- und rückwärts darauf verschiebbare Leiste stösst. Der einzige Zweck hierbei kann nur der sein, das Herabrutschen der Objecttafeln zu verhindern, sobald das Mikroskop in eine geneigte Stellung kommt. Dabei wird aber vorausgesetzt, dass die kleine Objecttafel genau rechtwinkelig liegt; im entgegengesetzten Falle muss

das Object aus dem Gesichtsfelde gerückt werden, sobald die genannte bewegliche Leiste an den Rand des Täfelchens stösst.

Smith und Beck haben hierzu eine etwas veränderte Einrichtung angenommen, deren oben (S. 216) gedacht worden ist.

Eine zweckmässige Beigabe zum Mikroskope ist der sogenannte magnetische Objecttisch. Die erste Idee zu einem solchen stammt 119
von King in Bristol, der im Jahre 1851 der *Microscopical Society* ein damit versehenes Mikroskop vorzeigte. Ich kenne aber seine Einrichtung nicht.

Weiterhin gab Busk (*Quart. Journ.*, July 1854, Nr. VIII, p. 280) die Beschreibung und Abbildung einer solchen Einrichtung, die sehr einfach ist und an jedem Mikroskope angebracht werden kann. Zwei fast halbkreisförmige Magnetstäbchen befinden sich unmittelbar unter dem gewöhnlichen messingenen Objecttische und umgeben dessen Oeffnung. Ihre Polenden sind einander zugekehrt, so dass nur zwei bis drei Millimeter Zwischenraum bleibt; beide zusammen bilden daher einen beinahe geschlossenen Ring. Nahe jedem Polende ist ein senkrechter Eisenstift angebracht, der in eine kleine Oeffnung des Objecttisches passt und diese haarbreit überragt. Durch diese vier Stifte wird also die magnetische Kraft auf die Oberfläche des Objecttisches geleitet. Als Objectträger dient eine längliche Eisenplatte, die zu beiden Seiten den Objecttisch überragt und an den beiden Enden schmäler ist als in der Mitte. Dort befindet sich eine Oeffnung und zu beiden Seiten dieser eine Klammer, um nöthigenfalls das Glastäfelchen mit dem Objecte zu befestigen.

Eine Vereinfachung hat Newton Tomkins (*Quart. Journ.*, July 1857, Nr. XX, p. 237) damit vorgenommen: statt zweier Magnete befestigt er nur einen einzelnen hufeisenförmigen Magnet in den Objecttisch.

Eine wichtigere Aenderung hat Spencer (*Quart. Journ.* January 1855, Nr. X, p. 174) damit vorgenommen. Mit dem Objectträger verbindet er eine magnetisirte dünne Eisenplatte oder einen Eisenstab, und die Oeffnung des Objecttisches umgiebt er mit einem nichtmagnetisirten Eisenringe. Die Wirkung ist natürlich gleich, wie bei den beiden anderen Einrichtungen.

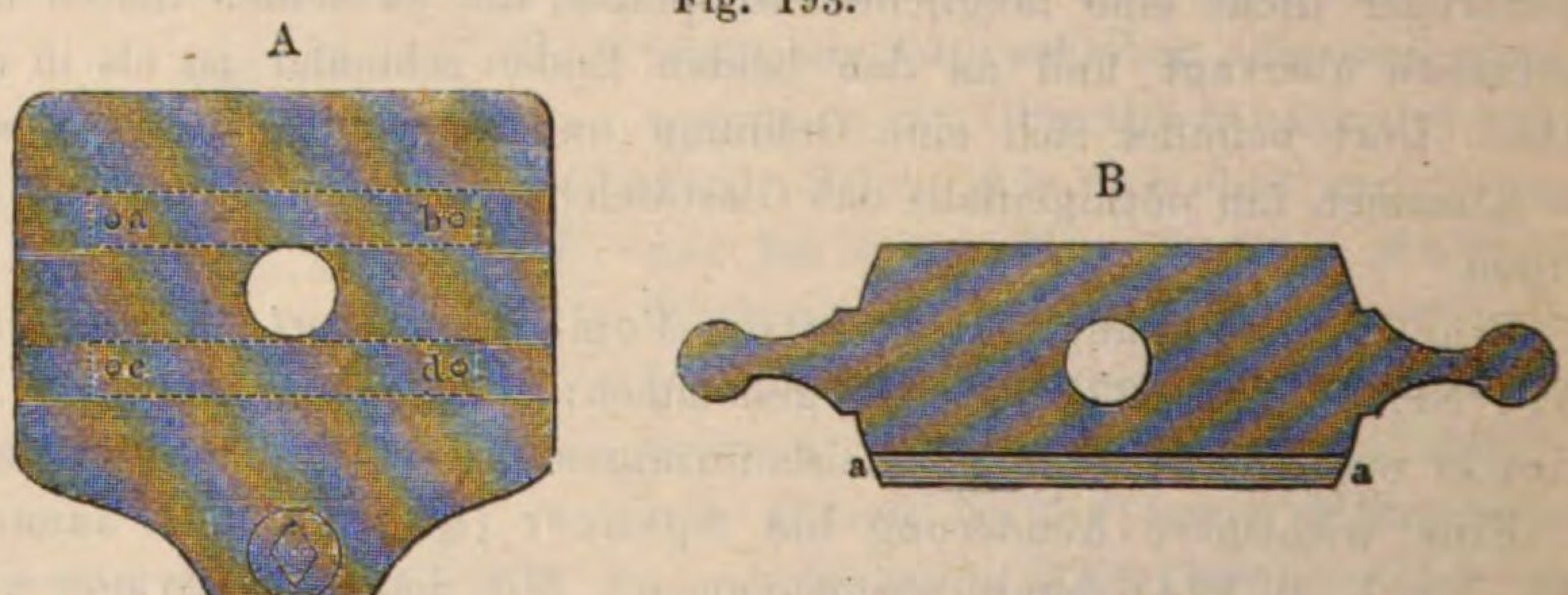
Ein solcher magnetischer Objecttisch bewährt sich in doppelter Beziehung nützlich. In Folge der stattfindenden Haftung wird die regelmässige und langsame Bewegung des Objectes durch die Hand erleichtert. Sodann kann die magnetische Anziehung die gewöhnlich benutzten Klemmfedern ersetzen, um das Object an seiner Stelle festzuhalten, namentlich bei geneigter Stellung des Mikroskoprohres. Um diesen letzteren Gewinn vollständig zu erlangen, sollte auch der Objectträger selbst keine Klammern haben. In der That werden diese ganz entbehrlich gemacht, wenn

man den Objectträger auf der einen Seite mit einem zwei bis drei Millimeter hohen Rande umgiebt, wogegen das Glastäfelchen stösst.

Indessen knüpft sich auch ein Uebelstand an einen solchen magnetischen Objecttisch, insofern nämlich alle eisernen Instrumente der Oxydation weit eher unterliegen als messingene, zumal solche Magnete und eiserne Objectträger nicht wohl gefirnisst werden können. Freilich sind auch die Kosten einer solchen Einrichtung und der etwa nöthigen Reinigung und Polirung der eisernen Oberflächen so gering, dass jener Uebelstand nicht als Grund einer gänzlichen Verwerfung gelten kann; nur wird man diejenige Einrichtung wählen müssen, wobei das Eisen dem Rosten am wenigsten ausgesetzt ist. Deshalb verdient es den Vorzug, wenn man, wie Busk es gethan hat, die Magnete unter den messingenen Objecttisch bringt. Der Objectträger muss dann aus zwei dünnen auf einander befestigten Metallplatten bestehen, einer unteren eisernen und einer oberen messingenen, und zwar die letztere mit einem niedrigen aufwärts gerichteten Rande, damit die eiserne Platte gegen das zur Befeuchtung der Objecte benutzte Wasser geschützt bleibt.

Ich habe mir nach diesen Grundsätzen von H. Olland in Utrecht für ein kleines Nachet'sches Mikroskop einen magnetischen Objecttisch machen lassen, der Fig. 193 in halber Grösse dargestellt ist. Bei A sieht man die beiden auf der Unterfläche des Objecttisches befindlichen, durch

Fig. 193.



Magnetischer Objecttisch nach Harting.

punktirte Linien angedeuteten geraden Magnetstäbe, 50 Millimeter lang, 5 Millimeter breit und 4 Millimeter hoch. Sie stehen 22 Millimeter von einander ab. Mit den Polenden sind die vier kurzen Stahlcylinder *a*, *b*, *c* und *d* in Verbindung, die oben abgerundet sind und die Oberfläche des Objecttisches etwa um 1/5 Millim. überragen. B ist der Objectträger, 120 Millim. lang und 35 Millim. breit, mit ein Paar Handhaben an beiden Enden. Er besteht aus einer unteren eisernen und einer oberen messingenen Platte, jede 1 Millim. dick; der vordere Rand der letzteren hat aber eine 2 Millim. hohe Leiste *a a*.

Stösst ein Objecttäfelchen an diese Leiste *a a*, so kann man dem Mi-

kroskope eine horizontale Stellung geben, ohne dass man zu besorgen braucht, es werde vom Objecttische fallen. Es ist sogar räthlich, keine zu kräftigen Magnetstäbe zu nehmen, weil sonst der Objectträger zu schwer beweglich wird. Die magnetische Kraft soll nur soviel wirken, dass der Objectträger gerade am Objecttische haftet und somit nicht umfällt.

Als ich Nachet diesen magnetischen Objecttisch beschrieb, gedachte er zwei Verbesserungen daran anzubringen. Die beiden Magnete sollten nicht durch Schrauben mit dem Objecttische verbunden, sondern an einem besondern kleinen Arme befestigt sein, der sich nach Willkür auch etwas nach unten bewegen lässt, so dass dann die Enden der vier kleinen Stahlcylinder unter die Oberfläche des Objecttisches kommen. Ferner wollte er die Eisenplatte des Objectträgers mit einer Kupfersalzsolution bestreichen, damit sie sich mit einer Kupferschicht bedeckte.

Drittes Kapitel.

Einrichtungen zur mechanischen Bewegung der Objecte im Gesichtsfelde.

120 Frühzeitig schon wurde es von Manchen nöthig erachtet, die weniger feste Bewegung der Hand durch mechanische Mittel zu ersetzen. Die Objecte können aber im Gesichtsfelde eine geradlinige oder eine drehende Bewegung erhalten, und beide Arten kommen bereits am Mikroskope Hertel's (Fig. 68, S. 112) vor.

Die geradlinige Bewegung erfolgte hier in Einer Richtung. Soll aber ein Object successiv alle seine Theile in die Axe des Mikroskopes bringen, so ist noch eine zweite geradlinige Bewegung erforderlich, rechtwinkelig auf der ersten. Das erste Mikroskop mit einer solchen diagonalen Bewegung mittelst zweier Schrauben ist das vom Duc de Chaulnes 1767 beschriebene (S. 121). Die Schrauben dienten zugleich als Mikrometer, weshalb ich im folgenden Kapitel noch einmal darauf zurückkommen muss, gleichwie auf den ähnlichen Apparat, welchen Benjamin Martin ein Paar Jahre später verfertigte und seinem zusammengesetzten Mikroskope beifügte.

Auch Tiedemann (Krünitz' *Encyclopädie* Bd. 90, S. 309) hatte für seine Mikroskope einen besonderen, durch zwei Schrauben beweglichen Objecttisch.

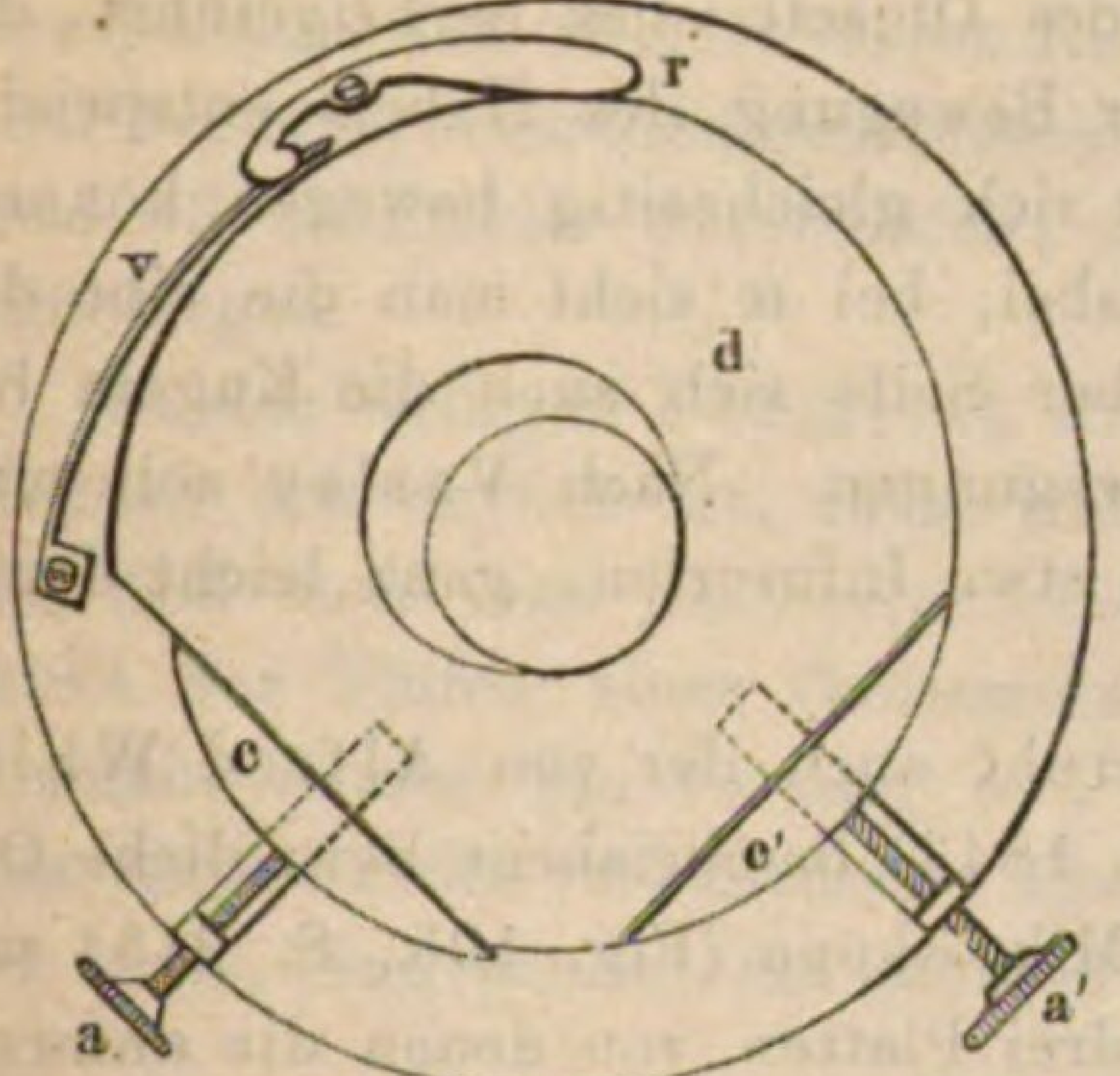
So war also die künstliche Bewegung des Objecttisches schon lange vor Fraunhofer bekannt, der sie nach irriger Angabe zuerst eingeführt haben soll. Die Fraunhofer'sche Einrichtung und ebenso jene am Amici'schen horizontalen Mikroskope stimmt aber ganz mit der früher gebräuchlichen überein. Sie haben einen vierseitigen Schlitten, der durch zwei um 90° von einander abstehende Schrauben in den schwalbenschwanzförmigen Rinnen eines dazu bestimmten Rahmens sich bewegt.

Diese Einrichtung hat sich weiterhin noch lange Zeit hindurch erhalten. Oberhäuser brachte aber dadurch eine Verbesserung zu Stande,

dass er den todten Gang der Schrauben, der zwar anfangs nicht vorhanden ist, aber allmälig durch den wiederholten Gebrauch entsteht, durch den Druck einer Feder beseitigte, die in Verbindung mit einem Hebel wirkt. Sein beweglicher Objecttisch, den er aber nur auf besonderes Verlangen zum Mikroskope gab, ist Fig. 194 abgebildet. Die beiden Schrauben *aa'* setzen die Platte *d* in Bewegung. Diese ist abgerundet auf der Seite, wo sie an die Feder *v* und den Hebel *r* stösst; die beiden gegenüberliegenden Seiten aber sind rechtwinkelig verbunden, dass sie in den Rinnen der Stücke *c* und *c* gleiten können.

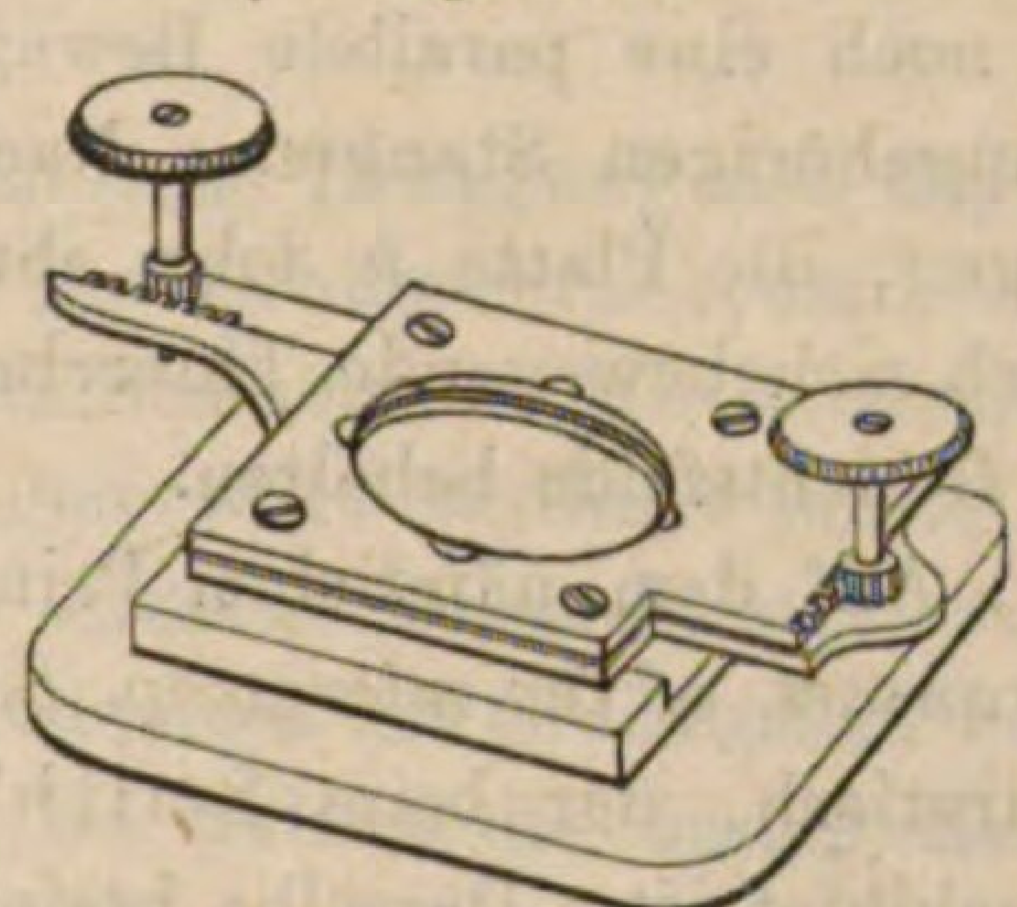
Diese Bewegung kann natürlich ebenso gut durch einen Trieb wie durch eine Schraube bewirkt werden. Bei dem in Fig. 195 dargestellten

Fig. 194.



Oberhäuser's beweglicher Objecttisch.

Fig. 195.

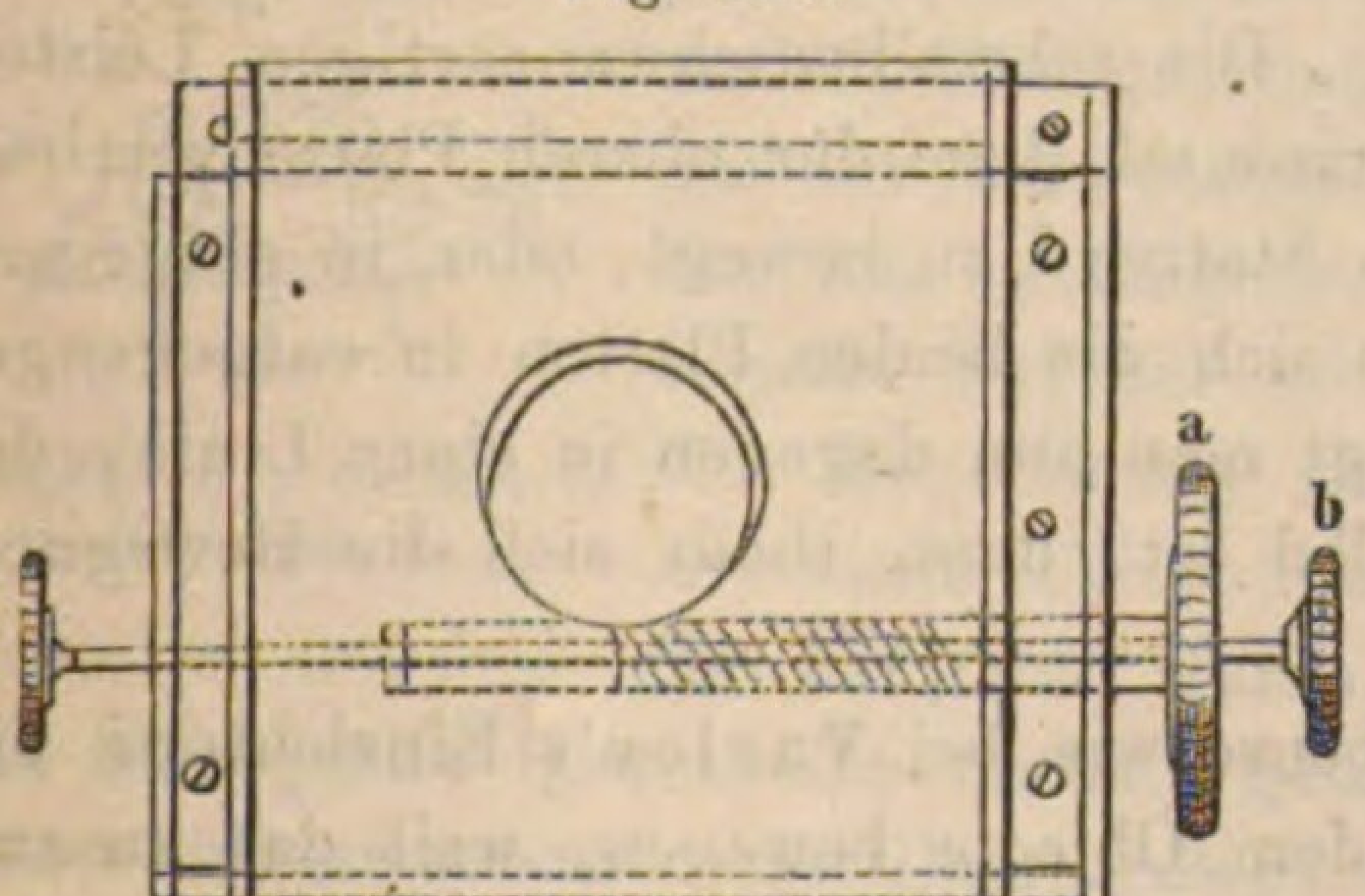


Schiek's beweglicher Objecttisch.

Schiek'schen Objecttische ist der Trieb dazu benutzt worden, dessen Wirkung aus der Abbildung sogleich vollständig erhellt.

Beiderlei Bewegungen lassen sich aber auch vereinigen, und in Tyrrell's beweglichem Objecttische (*Transact. of the Soc. of Arts*, XLIX.), welcher Fig. 196 dargestellt ist, wurde das auf eine recht vollkommene Weise erreicht. Die beiden Knöpfe *a* und *b*, durch deren Drehung der Objecttisch in allen Richtungen bewegt wird, liegen in der nämlichen Axe, so dass man beide fast zugleich mit der nämlichen Hand fassen kann. Die Bewegung geschieht in der einen Richtung durch eine Schraube, in der andern durch einen Trieb.

Fig. 196.



Tyrrell's beweglicher Objecttisch.

Endlich hat man auch den Hebel angewendet, um den Objecten eine der Willkür unterworfene langsame Bewegung zu ertheilen. Varley hat 1841 den Objecttisch seines Mikroskopes (Fig. 107, S. 220) durch dieses Mittel beweglich gemacht. Mit dem Stücke *b* ist der hintere Theil des Objecttisches bei *g* verbunden. Hier entspringt der Arm *r*, der in Verbindung mit den beiden kürzeren Armen *qq* dazu bestimmt ist, den Hebel *s* zu stützen, woran zwei Kugeln befestigt sind: die untere wirkt zwischen zwei Platten bei *p*, die obere zwischen zwei anderen Platten bei *t*. Die obere von den beiden letzten Platten ist mit der Platte *h* verbunden, auf welcher der Objecttisch *y* ruht. Der Hebel reicht so weit nach unten gegen den Tisch, worauf das Mikroskop steht, dass die auf den Tisch gestützte Hand ihn in jeder Richtung zu bewegen vermag. Dadurch wird aber eine geringere Bewegung des Objecttisches herbeigeführt, die bei Varley's Mikroskope nur $1/6$ der Bewegung des Hebels entspricht. Damit die beiden Seiten der Platte *h* sich gleichzeitig bewegen können, ist noch eine parallele Bewegung dabei; bei *w* sieht man die eine der dazugehörigen Stangen. Nach welcher Seite sich auch die Kugeln bewegen, die Platte *h* folgt ihren Bewegungen. Nach Varley soll man rasch sich bewegende Thierchen, wie etwa Infusorien, ganz leicht damit im Gesichtsfelde behalten.

Auf dem nämlichen Principe beruht auch der von Alfred White (*Transact. of the microscop. Society*, I. 1843) beschriebene bewegliche Objectivtisch, der beim Smith'schen Mikroskope (Fig. 105, S. 215) mit abgebildet ist. Derselbe besteht aus drei Platten, von denen die unterste feststeht, die beiden anderen aber schwalbenschwanzartige Leisten und Rinnen besitzen, so dass jede Platte für sich, oder auch beide zusammen durch den Hebel *o* bewegt werden können. Dieser hat 5 Zoll Länge und ist oben mit Metall beschwert, als Gegengewicht des schweren Objecttisches. Unten hat er eine Kugel, die in eine muldenförmige Aushöhlung der oberen Platte passt, und etwa einen Zoll darüber befindet sich eine zweite Kugel, die auf die Aushöhlung *p* eines kleinen am Stative *l* befindlichen Armes wirkt. Die schwalbenschwanzartigen Leisten der mittleren Platte verlaufen horizontal, jene der oberen Platte vertical. Wird nun der Hebel *o* nach dem Stative *l* zu bewegt, oder in entgegengesetzter Richtung, dann werden sich die beiden Platten in entgegengesetzter Richtung bewegen; bewegt man ihn dagegen in einer Linie, die mit dem Rande des Stativs parallel ist, dann theilt sich die Bewegung nur der obersten Platte mit.

Natürlich muss sich hier ebenso wie bei Varley's Einrichtung die Hand in gleicher Richtung mit dem Objecte bewegen, weil das zusammengesetzte Mikroskop das Bild umkehrt, und durch die Wirkung des Hebels die Bewegungen sich ebenfalls umkehren.

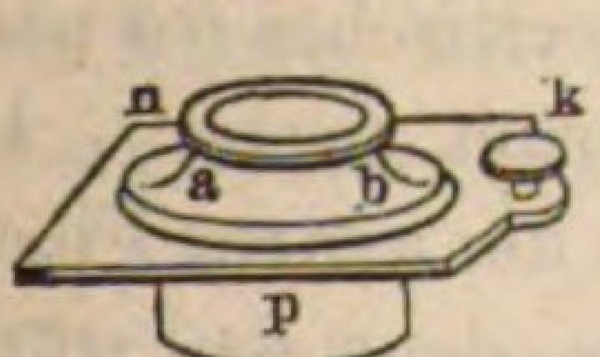
Man muss zugeben, dass diese Hebelapparate recht gut ausgedacht

sind, und ohne Zweifel haben sie vor jenen Apparaten, wo die Bewegung durch Schrauben oder Räder ausgeführt wird, den Vorzug der Leichtigkeit, so dass die mannigfaltigsten Bewegungen erzielt werden können. Dagegen stehen sie diesen in der Verlangsamung der Bewegung nach, und somit auch in der Genauigkeit, womit ein Object an eine bestimmte Stelle des Gesichtsfeldes gebracht wird. Die Schnelligkeit der Bewegung des Objectes verhält sich zu jener der Hand, welche den Hebel in Bewegung setzt, bei Varley wie 1 : 6, bei Alf. White wie 1 : 4. Vielleicht liesse sich der Apparat so einrichten, dass ein günstigeres Verhältniss herauskäme; niemals indessen wird derselbe mit der Schraubenbewegung wetteifern können, wodurch sich die Bewegung fast bis zum Unmerklichen verlangsamen lässt. Eine Schraube z. B. mit zehn Windungen auf der Strecke eines Centimeters, deren Knopf zwei Centimeter Durchmesser hat, wird bei einer vollständigen Umdrehung, wobei also die drehenden Finger etwa 63 Millimeter durchlaufen, nur eine Bahn von einem Millimeter zurücklegen.

In den wenigen Fällen, wo eine mechanische Bewegung der Objecte wirklich erforderlich ist, beim Gebrauche des Ocularschraubenmikrometers, und wenn man die Spitze eines Krystallwinkels in den Kreuzungspunkt der Fäden eines Goniometers bringen will, verdient somit die Schraube immer den Vorzug, und für die einfache Beobachtung, wobei man successiv die verschiedenen Theile des Objectes ins Gesichtsfeld bringen muss, sind gewiss die geübten Finger bei weitem die besten Hebel.

Der zweite Bewegungsmodus des Objecttisches ist die Drehung um 121
seine Axe. Wir sahen, dass Hertel bereits 1716 den Objecttisch seines Mikroskopes mittelst eines Räderwerks drehbar machte; aber erst viele Jahre später, nämlich 1777, folgte ihm Benjamin Martin hierin nach. Dieser fügte nämlich seinem Mikroskope (Fig. 73, S. 117) noch eine besondere vierseitige Platte bei, die in Fig. 197 dargestellt ist. Dieselbe passt durch das kurze Rohr *p* in den Objecttisch und enthält eine gezahnte Scheibe, welche durch ein kleines zur Seite stehendes Rad, dessen Knopf bei *k* sichtbar ist, herumgedreht werden kann. Die gezahnte Scheibe hat bei *ab* eine runde Oeffnung, in welche eine kegelförmig zulaufende Röhre passt, die nach Art eines Thierbüchschens ein concaves Glas am Boden hat, und durch den einzuschraubenden Ring *n*, der eine platte Glasscheibe enthält, geschlossen wird. Die Objecte können somit zwischen beide Gläser gelegt werden und ebenso auf die Oberfläche des oberen.

Fig. 197.



Martin's drehbarer Objecttisch.

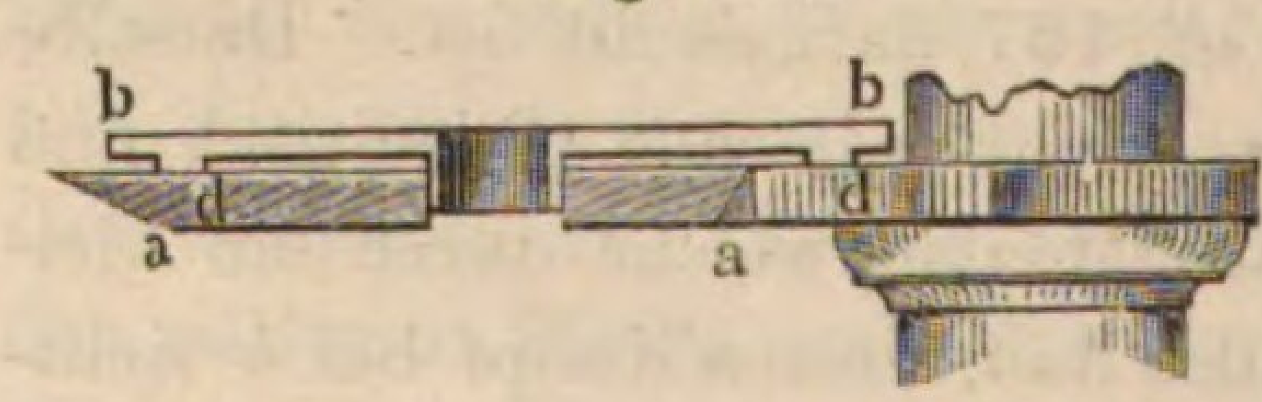
Der drehbare Objecttisch scheint indessen damals nicht viel Beifall gefunden zu haben; wenigstens fehlt er den späteren Mikroskopen, bis

Strauss-Durckheim (*Traité pratique* I, p. 74 sein einfaches Mikroskop damit versah. Daran hielten sich wieder Trécourt und Oberhäuser, die aber eine wesentliche Veränderung daran anbrachten. Der drehbare Objecttisch (*Platine à tourbillon*) an ihren grösseren Mikroskopen dient nämlich nicht blos zum Umdrehen des Objectes, sondern zum Umdrehen des ganzen Mikroskopes, mit Ausnahme des Spiegels. Demnach geht auch der Hauptzweck nicht auf die eigentliche Bewegung, sondern die Beleuchtung soll verändert werden, indem die Strahlen das Object während der Umdrehung auf verschiedene Weise treffen. Einen solchen drehbaren Objecttisch haben jetzt die grösseren Mikroskope von Nachet, A. Chevalier, Hartnack, Bénèche und anderen Optikern.

An den Mikroskopen von Brunner und Pacini dagegen dreht sich blos der Objecttisch, der hier als Goniometer dienen soll. Die englischen Optiker (Ross, Powell, Smith) versehen ihre Mikroskope ebenfalls mit einem solchen drehbaren Objecttische. Bis vor Kurzem pflegten sie diesen über die Platte zu bringen, welche zur diagonalen Bewegung des Objects bestimmt ist, und das hatte zur Folge, dass beim Umdrehen das Object meistens bald aus dem Gesichtsfelde rückte, wenn die Axe der drehenden Platte nicht genau mit der Axe des Mikroskopes zusammenfiel. Diesem Uebelstande hat aber Legg (Quekett l. l. p. 451) auf einfache Weise abgeholfen: die drehbare Platte brachte er unmittelbar unter die Grundplatte des Objecttisches und unter die diagonal bewegliche Platte, so dass die Drehungsaxe mit der Mikroskopaxe immer zusammenfällt.

Bei Mikroskopen, denen der diagonal bewegliche, immer etwas theure Objecttisch fehlt, ist dieser in den meisten Fällen durch die Objectdrehscheibe zu ersetzen, welche Welcker (*Aufbewahrung mikroskopischer Objecte* u. s. w., S. 27) angegeben hat. Sie ist Fig. 198 im Durchschnitte und in halber Grösse dargestellt. Eine runde Messingplatte *bb* hat in der Mitte eine Oeffnung, umgeben von einem nach unten hervorragenden kurzen Fortsatze, der in die Oeffnung des Objecttisches *aa* passt und sich darin herum dreht. Die Platte ruht nicht mit der ganzen Fläche auf dem Objecttische, denn das würde eine zu starke Reibung veranlassen, sondern nur mittelst der ringförmigen Erhabenheit *dd*, die sich in geringer Entfernung vom Rande der Platte befindet. Dieser Rand ist übrigens eingekerbt, damit die Scheibe mit den Fingern bequem herumgedreht werden kann.

Fig. 198.



Objectdrehscheibe von Welcker.

Viertes Kapitel.

Apparate zum Messen und Zeichnen der Objecte.

Ohne Zweifel musste man schon frühzeitig auf Mittel bedacht sein, 122
die wahre Grösse der Objecte kennen zu lernen, die man durchs Mikroskop beobachtet. Der Erste, der eine desfallsige Methode angab, war Robert Hooke; er theilt in der Vorrede zu seiner 1665 erschienenen *Micrographia* mit, dass man die Grösse des Bildes messen kann, wenn man mit dem einen Auge durchs Mikroskop nach dem Objecte sieht und mit dem andern auf einen getheilten Maassstab. Kennt man nämlich die Vergrösserung des Mikroskopes, so lässt sich die Grösse des Objectes hieraus leicht berechnen.

Hooke's Methode ist demnach nichts anderes als ein Doppelsehen, das aber, wie ich bemerken will, durch Keppler (*Dioptrice*, p. 45) bereits 1611 ebenso empfohlen worden war, um die vergrössernde Kraft eines Fernrohres zu bestimmen. Dass diese Methode unter besonderen Bedingungen zuverlässige Resultate zu liefern vermag, ist bereits früher (II, S. 246) dargethan worden; nur vermochte sie dies nicht bei Hooke zu leisten, weil diesem die Mittel fehlten, sich eine genaue Kenntniss der Vergrösserung seines Mikroskopes zu verschaffen.

Noch unvollkommener war Leeuwenhoek's Verfahren, der als 123
Maasseinheit Objecte benutzte, die unter einander in der Grösse sehr differiren, und dann nach Schätzung berechnete, wie viel Mal ein durchs Mikroskop gesehenes Object in jener Maasseinheit enthalten war. Sehr gern benutzte er als Maasseinheit ein grobes Sandkorn. In einem 1680 an R. Hooke gerichteten Briefe (*Ondervindingen en Beschouwingen*. Delft 1694, p. 56) erklärt er ausführlich, wie er die Grösse der Objecte danach berechnete, und erläutert es durch eine Abbildung und durch Beispiele; er giebt aber nicht an, den wievielsten Theil eines gebräuchlichen

Maasses das von ihm benutzte Sandkörnchen ausmachte. In einem späteren Briefe von 1684 (*Ontledingen en Ontdekkingen.* Leyden 1698, p. 37) giebt er an, er habe ein Sandkorn benutzt, das ziemlich $^1/_{30}$ Zoll Durchmesser hatte. Nirgends tritt es aber hervor, dass Leeuwenhoek darunter immer eine Normalgrösse verstanden hat, vielmehr erkennt man aus dem Ganzen, dass er durch den Vergleich mit einem Sandkorne nur eine etwas anschauliche Vorstellung von der Kleinheit der durchs Mikroskop beobachteten Objecte geben wollte. Auch gelangte er späterhin zur Einsicht, wie unsicher seine Maasseinheit war, und deshalb wählte er statt der Sandkörnchen lieber Hirse oder Senfkörner (*Sendbrieven.* Delft 1718, p. 404). Doch pflegte er auch noch andere Gegenstände für diesen Zweck zu benutzen, namentlich Kopfhaare und Blutkörperchen, wie aus mehreren Stellen seiner Briefe ersehen werden kann.

Zu verwundern ist es, dass Leeuwenhoek ungeachtet dieser ganz unvollkommenen Messmethode dennoch manche recht genaue Grössenbestimmungen hat; man darf es sich wohl daraus erklären, dass sein Auge durch jahrelange Uebung eine Sicherheit in den Maassbestimmungen erlangt hatte, die einem minder geübten Beobachter ganz entgeht. So schätzt er z. B. das Blutkörperchen im Mittel zu $^1/_{100}$ des Sandkorns, d. h. also, das Sandkorn zu $^1/_{30}$ Zoll angenommen, zu $^1/_{3000}$ Zoll, was mit dem durch unsere jetzigen Hülfsmittel festgestellten Mittelwerthe sehr nahe übereinkommt.

124 Noch während der letzten Lebensjahre Leeuwenhoek's gab James Jurin (*Dissertations upon physico-mathematical Subjects.* 1732, p. 45) ein zweckmässiges Verfahren an, um den Durchmesser der durchs Mikroskop beobachteten Körperchen auf genauere Weise nach gewöhnlichem Maasse auszudrücken. Es wurde nämlich ganz feiner Silberdraht so dicht aufgewunden, dass gar kein Zwischenraum blieb, wovon er sich mittelst eines Vergrösserungsglases überzeugte. Hierauf maass er eine gewisse Anzahl dieser Windungen mit dem Cirkel, dividirte in das gefundene Maass mit der Anzahl der Windungen und fand so die Dicke des verwendeten Silberdrahts. Kleine Stückchen dieses Silberdrahts brachte er dann zugleich mit dem zu messenden Objecte in das Gesichtsfeld des Mikroskopes. So fand er, dass sein Draht $^1/_{485}$ Zoll dick war und vier Blutkörperchen auf die Breite desselben gingen, dass somit die Grösse des einzelnen Blutkörperchens $^1/_{1940}$ Zoll betrüge. Allerdings eine stärkere Abweichung von der mittleren Grösse, als Leeuwenhoek durch seine Messung fand.

125 Indessen kannte man schon damals bessere Hülfsmittel. Bei den Fernrohren waren seit der Mitte des 17. Jahrhunderts verschiedene Arten Mikrometer in Gebrauch, deren Erfindung von 1640 datirt und

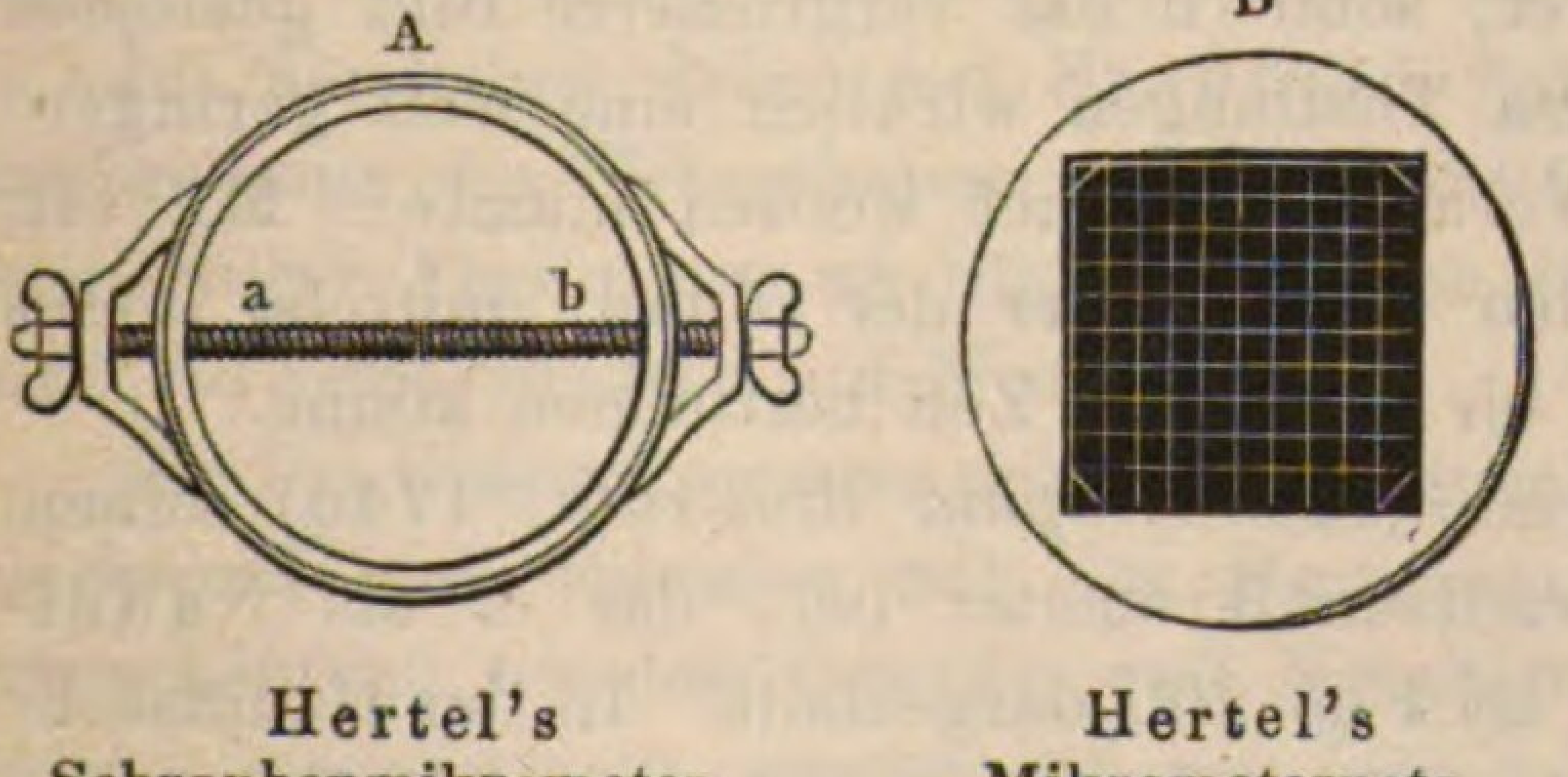
von dem Engländer Gascoigne ausging, der während des Bürgerkrieges in seinem Vaterlande in der Schlacht bei Marston-Moore fiel. Dieser befestigte zwei Fäden im Focus des Oculares, von denen der eine fest war, während der andere mittelst einer Schraube hin und her geschoben wurde. Das ist jedoch erst lange nach seinem Tode bekannt geworden (*Philos. Transact.* 1717, p. 603), als Derham in den Besitz von Gascoigne's Handschrift gekommen war.

Im Jahre 1710, also noch bei Lebzeiten Leeuwenhoek's sowohl als Jurin's, erschien eine kleine, jetzt selten gewordene Abhandlung über Mikrometer von dem Erlanger Professor Theodor Balthasar (*Micrometria, hoc est de micrometrorum tubis opticis seu Telescopiis et Microscopiis applicandorum varia structura et usu.* Erlang. 1710). Er handelt ausführlich über die verschiedenen damals gebräuchlichen astronomischen Mikrometer, empfiehlt sie auch zu mikroskopischen Messungen, und giebt dazu recht zweckmässige, auch jetzt noch brauchbare Vorschriften. So sagt er z. B. S. 120: *Quod si vero accuratior mensura objecti desideretur, utendum erit Micrometro aliquo cochleato, qualia plurima Cap. III. citato exhibuimus. Quando vero aliquod Micrometrum ita applicatum est, ut una cum objecto videndo et mensurando distinctae appareant pinnulae, distantia vitrorum est accurate annotanda et in plano objectivo lineola ducenda ea longitudine, ut tota uno obtectu per Microscopium appareat, v. g.* $^1/_{10}$, $^1/_{20}$ *aut* $^1/_{30}$ *etc. unius pollicis vulgaris. Diducendae postea, circumgyrando cochleam, eo usque sunt pinnulae, ut extremitatibus istius lineolae exacte congruant, quo impetrato videndum, quot particulis Micrometri pinnulae a se invicem distent, et lineolae longitudini respondeant; hic enim particularum numerus posthinc erit instar normae, juxta quam alia objecta mensuranda sunt.*

Als eigentliches Mikrometer empfiehlt er ein Schraubenmikrometer im Focus des Oculares, wovon er mehrere Arten beschreibt. Zum Zeichnen der durchs Mikroskop wahrgenommenen Objecte will er ein aus Pferdehaaren zusammengesetztes Netz benutzen, welches ebenfalls in den Focus des Oculars kommen soll.

Diesen Vorschlag brachte Hertel (*Anweisung* u. s. w. S. 160 und *Vollständiges Lehrgebäude*, S. 448) 1716 bei seinem Mikroskope in Anwendung, auf die in Fig. 199 dargestellte Weise. Unter das Ocular brachte er ein Netz aus Pferdehaaren, welches aus 100 Vierecken bestand (B). Ausserdem benutzte er auch

Fig. 199.



Hertel's Schraubenmikrometer. Hertel's Mikrometernetz.

ein sehr einfaches Schraubenmikrometer (A), welches in der Hauptsache mit einem der von Balthasar beschriebenen astronomischen Mikrometer übereinstimmt. Ein Messingring hatte zu beiden Seiten zwei kleine Bügel; durch diese und zugleich auch durch die entgegengetzten Punkte des Ringes selbst gingen zwei Schrauben *a* und *b*, die in der Mitte des Ringes aufeinander stiessen, ziemlich in der Weise, wie in dem jetzigen *Oculaire à vis de rappel*. Dieser Ring kam in den Focus des Oculars. Die aus dem Ringe hervorstehenden Schraubenenden hatten platte Handgriffe oder Knöpfe und beim Gebrauche wurden die Viertelsumgänge gezählt.

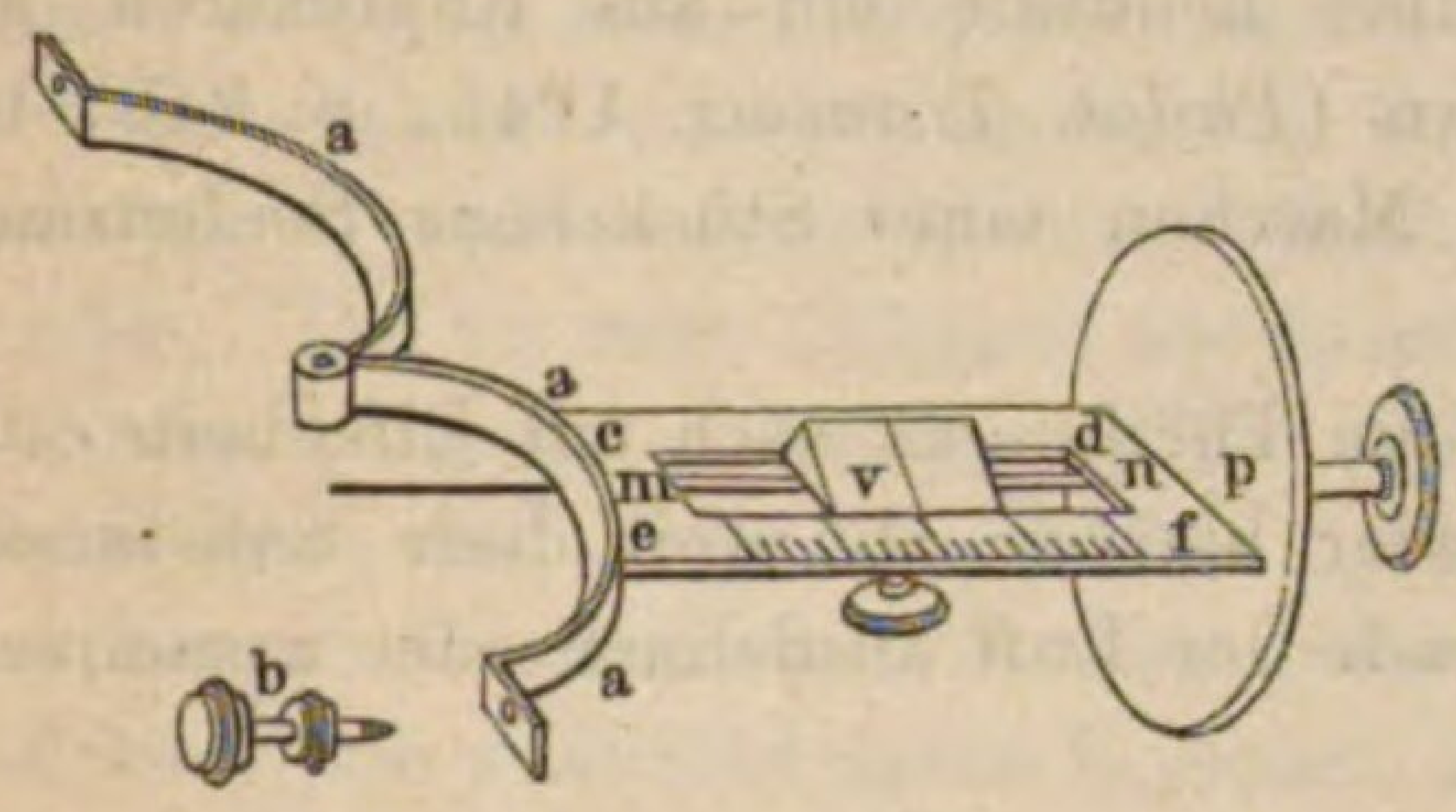
Die Grösse des einzelnen Umganges maass Hertel auf folgende Weise. Beide Schrauben wurden so weit von einander entfernt, dass ihre Enden am Rande des Gesichtsfeldes sich befanden. Nun wurde ihr scheinbarer Abstand oder die Grösse des Gesichtsfeldes durch einen zur Seite des Mikroskopes gehaltenen Cirkel gemessen, und ebenso wurde der wirkliche Abstand beider Schraubenenden durch directe Messung bestimmt. Dann zählte man die Anzahl Windungen für diese Strecke und berechnete aus diesen Daten den Werth der Viertelswindung, der bei Hertel's Instrumente $^1/_{1680}$ rhein. Zoll betrug.

Einige Jahre später kamen die Ocularmikrometer in allgemeineren Gebrauch, namentlich durch Benjamin Martin (*Description and Use of a Pocket reflecting Microscope with a micrometer*, 1739. *New System of Opticks*, 1740, p. 277). Er verfiel auch zuerst darauf, statt der Faden- und Haarnetze Striche zu benutzen, die mit dem Diamanten auf Glas gezogen wurden. Seine Glasmikrometer hatten 40 Striche auf einen Zoll. Martin's Schraubenmikrometer war, wie bei Hertel, ein Ocularmikrometer; doch hatte es eine etwas andere Einrichtung, und die damit vorgenommenen Messungen fielen genauer aus. Es gehörte nur Eine Schraube dazu, und 50 Windungen gingen auf Einen Zoll. Jener Theil der Schraube, der sich im Gesichtsfelde zwischen den beiden Augengläsern befand, endigte in eine feine Spitze; der andere, welcher aus dem Mikroskoprohre hervorragte, hatte einen Index, wodurch auf einem Zeigerblatte (Fig. 72) der zwanzigste Theil einer Umdrehung angegeben wurde. Jede Theilung auf dem Zeigerblatte gab also direct $^1/_{1000}$ Zoll an. Da aber nicht das Object, sondern das vergrösserte Bild gemessen wurde, so wurde durch diese Theilungen wirklich eine weit geringere Grösse angegeben, die im Voraus berechnet werden musste. Martin selbst giebt an, dass man den Durchmesser der Objecte mittelst dieses Schraubenmikrometers leicht bis auf $^1/_{10000}$ Zoll bestimmen könne.

Bald darauf fügte Adams (*Micrographia illustrata*, 1746) seinem Mikroskope ein solches Schraubenmikrometer bei, das er als Nadelmikrometer benannte. Es ist Fig. 200 dargestellt. In der Hauptsache stimmt es mit Martin's Instrumente; es waren aber zwei Verbesserun-

gen daran angebracht. Erstens sass es nicht fest am Mikroskoprohre, sondern wurde nur durch den Bügel *aaa* und die Schraube *b* daran befestigt, wenn es in Gebrauch gezogen werden sollte. Wichtiger war aber die zweite Verbesserung, die darin bestand, dass jeder vollständige Umgang der Schraube *mn* abgelesen werden konnte; denn dieselbe bewegte sich durch den länglich vierseitigen Rahmen *cdef* mit eingeschnittener Theilung, so dass jedes Interstitium einer ganzen Umdrehung der getheilten Scheibe *p* entsprach. Durch das Stück *v*, woran sich ein als Index dienender Streifen befand, wurde die Fortbewegung der Schraube gemessen. Man muss jedoch zugeben, dass diese Verbesserungen nicht so gross sind, um die Ehre der Erfindung dieses Mikrometers Adams allein zuzuschreiben, wie es später dessen Sohn (*Essays on the Microscope*, 1798, p. 54) gethan hat. Selbst die Zahl der Schraubenwindungen und die Eintheilung des Zeigerblattes war ganz so, wie am früheren Instrumente Martin's.

Fig. 200.



Nadelmikrometer von Adams.

Einige Jahre später gab Brander (*Beschreibung zweier zusammengesetzten Mikroskope*, 1769, S. 34) ebenfalls ein ganz damit übereinstimmendes Schraubenmikrometer zu seinem Mikroskope. Seine Glasmikrometer übertreffen aber die Martin'schen in der feinen Theilung: die darauf befindlichen Felder messen $^1/_{10}$ Quadratlinie, d. h. der Zoll ist in 100 Theile getheilt, die Theilung mithin $2^1/_2$ Mal feiner als auf dem Martin'schen Glasmikrometer. Die Untersuchung eines solchen Brander'schen Mikrometers lieferte mir folgende Werthe, aus denen ersichtlich ist, dass es Brander für seine Zeit schon ziemlich weit in der Kunst gebracht hatte, feine Theilungen auf Glas zu machen. Die durch den Diamanten gezogenen Striche nämlich sind 0,002 bis 0,003 Millimeter dick, und unter zehn gemessenen Feldern variirt der Durchmesser von 0,230 bis 0,209 Millimeter, d. h. also, sie differiren um etwa $^1/_{10}$.

Im nämlichen Jahre mit Brander's Schriftchen erschien auch die Beschreibung des Mikroskopes vom Duc de Chaulnes. Dieser brachte noch feinere Theilungen zu Stande, nämlich 240 auf einen Zoll, jedoch nicht auf Glas, sondern auf Messing.

Als die Glasmikrometer schon fast allgemein bekannt waren, fuhren gleichwohl noch Einzelne mit der Benutzung der Netzmikrometer fort, wahrscheinlich aus dem Grunde, weil Metallfäden oder Haare weit deutlicher wahrgenommen werden können, als die mit dem Diamanten auf

Glas gezogenen Linien. Bei Baker (*Employment for the Microscope*, 1753) ist ein Silberdrahtmikrometer beschrieben mit viereckigen Maschen von $^1/_{50}$ Zoll, dessen Silberdraht nur $^1/_{700}$ Zoll dick war. Er war von Folkes verfertigt. Baker selbst benutzte ein aus Kopfhaaren gemachtes Mikrometer. Hollmann (*Philos. Transact.* 1745, p. 246) benutzte zu gleichem Zwecke die Maschen eines Stückchens Seidenzeug, das ins Ocular eingesetzt wurde.

Statt auf Glas brachte man die Theilungen auch auf Elfenbein oder Horn; doch stand man bald wieder hiervon ab, weil diese Substanzen sich je nach dem Feuchtigkeitsgrade der Luft ausdehnen oder zusammenziehen.

Cavallo (*Philos. Transact.* 1791) empfahl dazu ein Perlmuttertäfelchen, so dünn, dass es durchsichtig ist, worauf sich mit grösserer Leichtigkeit als auf Glas sehr scharfe feine Linien ziehen lassen, und bald machte man Perlmuttermikrometer, an denen die Interstitien nur $^1/_{200}$ Zoll maassen (Adams, *Essays*, p. 60).

In Folge der Verbesserung der Theilmaschinen wurde es aber möglich, noch feinere Theilungen auszuführen, und bereits am Ende des 18. Jahrhunderts gelang es Coventry (*Encyclopaedia Britannica*, Ed. 6, p. 805), bei Glasmikrometern die Theilung bis zu $^1/_{10000}$ engl. Zoll oder etwa $^1/_{400}$ Millimeter zu treiben.

Später zeichneten sich in England Barton, Ramsden und Dollond durch die Verfertigung sehr feiner Glasmikrometer aus; in Deutschland aber machte sich Fraunhofer in München durch die höchst feinen Theilungen auf Glas berühmt, deren er zu seinen Untersuchungen über die Lichtbeugung bedurfte. Sein Instrument war so eingerichtet, dass 32,000 Striche auf einen Pariser Zoll damit gezogen werden konnten. Solche ungemein feine Theilungen scheint er jedoch nicht zur wirklichen Ausführung gebracht zu haben; in dem feinsten Netze, dessen er sich bei seinen Versuchen bediente, betrug der gegenseitige Abstand der Striche 0,0001223 Zoll, d. h. etwa $^1/_{300}$ Millimeter (Gilbert's *Annalen*, 1823, XIV, S. 347). — Uebrigens verfertigte auch damals Hoffmann in Leipzig Glasmikrometer, deren feinste Theilungen bis $^1/_{3000}$ Zoll gingen (Gilbert's *Annalen* XIV, S. 440).

Mit der Zeit ist man aber noch weiter gekommen. So fertigte Lebaillif in Paris Glasmikrometer, auf denen das Millimeter in 500 Theile getheilt war (Chevalier l. c. p. 83), worin ihm Chevalier, Oberhäuser und Andere weiterhin nachfolgten; ja der unlängst in Paris verstorbene Mechanicus Froment lieferte Glasmikrometer, auf denen das Millimeter in 1000 Theile getheilt war. Niemand hat es indessen hierin weiter gebracht, als Nobert, und schon zu wiederholten Malen ist von dessen Probetäfelchen die Rede gewesen, die ohne Zweifel zu den merkwürdigsten Erzeugnissen unserer jetzigen Mechanik zählen.

Nobert hat übrigens successiv Probetäfelchen geliefert, die durch die Anzahl der Liniengruppen nicht nur, sondern auch durch den Abstand der Linien in den gleichnamigen Gruppen von einander differiren. Die genaue Prüfung eines Täfelchens aus seiner ersten Zeit mit einem Ocular-Schraubenmikrometer, an dessen Zeigerblatte jede Theilung bei der benutzten Vergrösserung 0,000051 Millimeter entspricht, ergab mir Folgendes. Die zu zehn Gruppen vereinigten Linien haben zusammen etwa 4 Linien Länge; die Gruppen selbst und die sie trennenden freien Zwischenräume sind einander ziemlich gleich. Misst man die Breite der Gruppen an dem einen und an dem andern Ende, so ergiebt sich eine kleine Differenz, die vielleicht davon herrührt, dass Nobert zur Herstellung dieser Probetäfelchen eine Kreistheilungsmaschine verwendet. So hat die erste Gruppe am breiteren Ende 0,0199 Millim. Durchmesser, am schmäleren 0,0196 Millim. Diese geringe Differenz von 0,0003 Millim. hat zwar so gut wie keinen Einfluss, da sie sich auf alle Strichelchen einer Gruppe vertheilt; man ersieht aber doch hieraus, dass es am sichersten ist, wenn man bei einer vergleichenden Prüfung von Mikroskopen immer einen bestimmten Theil in Anwendung zieht, etwa die Mitte der Gruppen *). Für die fünf ersten Gruppen fand ich in der Mitte:

*) Ueber diese geringe von mir gefundene Differenz äussert sich Hugo von Mohl (*Arch. f. mikroskop. Anat.* 1865. I, S. 93) dahin, dass sie an seinem Nobert'schen Täfelchen nicht existirt, oder wenigstens so unerheblich ist, dass sie noch im Bereiche der Beobachtungsfehler liegt. Auch meint er, dass ich mir eine unrichtige Vorstellung davon mache, wie Nobert seine Theilungen zu Stande bringt, indem er sagt: „Nobert verwendet die Kreistheilungsmaschine nicht, wie Harting anzunehmen scheint, auf die Weise, dass er die zu theilende Platte auf einem Radius des Theilungskreises befestigt, in welchem Falle allerdings die Striche des Mikrometers gegen das Centrum des Kreises convergiren und die Gruppen der Linien am einen Ende schmäler als am anderen Ende ausfallen würden, sondern er bewegt mittelst des Kreises einen Schieber, auf dem die Platte befestigt ist, und es müssen die Striche der Theilung parallel werden." Ich muss offen gestehen, dass mir die Sache durch diese Aufklärung noch keineswegs ganz deutlich geworden ist. Die Theilung am Rande der Kreistheilungsmaschine hat doch convergirende Striche, und Linien, welche damit parallel sind, müssen somit convergiren. Es wäre freilich zu wünschen, Nobert machte seine Theilungsmethode bekannt, zumal sonst zu besorgen steht, dieselbe könne einmal ganz verloren gehen. Mag nun aber auch die Theilung wie immer ausgeführt werden, durch Messung wird man doch ein Urtheil darüber gewinnen, ob die Linien der einzelnen Gruppe convergiren oder nicht. Meine früheren Messungen kann ich jetzt nicht wiederholen, da jenes Täfelchen mit zehn Gruppen nicht mehr in meinem Besitze ist. Dagegen habe ich an einem der neueren Probetäfelchen mit 30 Gruppen, bei einer 1100maligen Vergrösserung mit einem Hartnack'schen Immersionssysteme, die beiden Enden der dritten Gruppe gemessen, und eine so unerhebliche Differenz gefunden, dass man wohl an einen Parallelismus der Linien glauben darf, und dann hätte Mohl in der Hauptsache Recht.

Nr 1.	0,01975 Mm.	Breite	auf	10 Linien	oder	9 Interstitien.		
„ 2.	0,01941	„	„	„ 11	„	„ 10 „		
„ 3.	0,01958	„	„	„ 13	„	„ 12 „		
„ 4.	0,01846	„	„	„ 14	„	„ 13 „		
„ 5.	0,01831	„	„	„ 16	„	„ 15 „		

Bei den folgenden Gruppen vermochte ich die Striche nicht mehr mit der Zuverlässigkeit zu zählen, die hierbei erforderlich ist.

Berechnet man nun die Breite der Gruppen aus den von Nobert selbst angegebenen Abständen, so bekommt man:

		Differenz.
Nr. 1.	0,02030 Mm. . . .	+0,00055 Mm.
„ 2.	0,01937 „ . . .	−0,00004 „
„ 3.	0,01993 „ . . .	+0,00025 „
„ 4.	0,01851 „ . . .	+0,00005 „
„ 5.	0,01831 „ . . .	0 „

Es besteht somit eine kleine Differenz zwischen meinen Resultaten und Nobert's Angaben, die ich nicht zu erklären im Stande bin, da sie bald positiv, bald negativ ausfällt. Jedenfalls ist aber diese Differenz, abgesehen von der ersten Gruppe, wo sie $^1/_{2000}$ Millimeter beträgt, eine ganz unbedeutende.

In der folgenden Tabelle habe ich in den beiden ersten Columnen nach Nobert angegeben, welche Abstände die Linien in den Gruppen haben, wobei ich nur die Pariser Linie aufs Millimeter reducirte; die beiden anderen Gruppen enthalten die Zahlen, die ich aus meinen Messungen an den fünf ersten Gruppen ableite.

		Linien auf 1 Millim.		Linien auf 1 Millim.
Nr. 1.	0,002256 Mm. . . .	443 . . .	0,002193 Mm. . . .	456
„ 2.	0,001937 „ . . .	516 . . .	0,001941 „ . . .	515
„ 3.	0,001661 „ . . .	602 . . .	0,001632 „ . . .	613
„ 4.	0,001424 „ . . .	702 . . .	0,001420 „ . . .	704
„ 5.	0,001221 „ . . .	819 . . .	0,001221 „ . . .	819
„ 6.	0,001046 „ . . .	956		
„ 7.	0,000897 „ . . .	1115		
„ 8.	0,000768 „ . . .	1302		
„ 9.	0,000660 „ . . .	1515		
„ 10.	0,000509 „ . . .	1964		

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass bei den ersten Gruppen die Abstände der Linien ganz regelmässig abnehmen; nur zwischen der neunten und zehnten Gruppe ist die Differenz auffallend grösser. Nobert scheint das selbst eingesehen zu haben, und hat Gelegenheit genommen, noch stärkere Beweise seiner Kunstfertigkeit in der Darstellung feiner

Theilungen auf Glas zu geben. Anfangs 1849 (Schuhmacher's *Astronomische Nachrichten*, 1849, Ergänzungsheft S. 39) verfertigte er Probetäfelchen mit 12 Liniengruppen, dann solche mit 15 Gruppen, und 1852 stieg er bis zu 20 Gruppen. Dabei lieferte er aber immer auch noch Täfelchen mit 10 und mit 15 Gruppen.

Warren de la Rue (*American Journ.* 1850 p. 27) hat zuerst eines von den neueren Probetäfelchen mit 15 Liniengruppen besprochen, und auf 1 Millimeter gezählt:

Nr. 1.	443	Linien.	Nr. 9.	1478	Linien.
„ 2.	514	„	„ 10.	1612	„
„ 3.	607	„	„ 11.	1692	„
„ 4.	715	„	„ 12.	1772	„
„ 5.	806	„	„ 13.	1875	„
„ 6.	924	„	„ 14.	1969	„
„ 7.	1108	„	„ 15.	2216	„
„ 8.	1267	„			

Bei einem Vergleiche mit der vorigen Tabelle sieht man, dass die gleichnamigen Gruppen auf den älteren und neueren Nobert'schen Probetäfelchen keineswegs gleich sind, was wohl im Auge zu behalten ist, wenn man mittelst derselben irgend ein Mikroskop prüfen will. Bei den neun ersten Gruppen zeigt sich nur ein mässiger Unterschied. Dagegen entspricht die zehnte Gruppe der älteren Täfelchen ungefähr der vierzehnten Gruppe auf den neueren, deren funfzehnte schon feiner getheilt ist*).

Nobert hat aber gezeigt, dass die Kunst damit noch nicht an der äussersten Grenze angekommen ist. Ausser diesen 15 Gruppen hat er auf dem nämlichen Täfelchen noch eine gesondert stehende Gruppe von

*) Bald nach Warren de la Rue berichtete auch Unger (Poggendorff's *Annal.* 1850. Bd. 79, S. 32) über ein solches Probetäfelchen; er hatte ganz andere Resultate erhalten, eben sowohl in der Linienmenge jeder Gruppe, als in Betreff ihrer wechselseitigen Abstände. Offenbar sind aber diese Angaben unrichtig, wie man schon aus der Berechnung der Abstände in der ersten Gruppe ersieht. Nach Unger hat jede Gruppe 0,0005 Par. Zoll (0,013535 Millimeter) Breite, und die erste Gruppe soll 7 Linien enthalten. Hieraus berechnet er einen Abstand der Linien von 0,0008 Linie oder $^1/_{553}$ Millimeter, vergisst aber dabei, dass die Zahl der Interstitien in jeder Gruppe jener der Linien immer um Eins nachsteht. Behält man das im Auge, so findet man als Abstand der Linien genau 0,001 Linie oder $^1/_{443}$ Millimeter, d. h. die nämliche Zahl, wie bei dem von Warren de la Rue beschriebenen Probetäfelchen. Auch in der Anzahl der Linien jeder Gruppe scheint sich Unger geirrt zu haben. Nach ihm soll die funfzehnte Gruppe 21 Linien enthalten, welche Zahl indessen nach Nobert selbst (Poggendorff's *Annal.* 1852, Bd. 85, S. 92) schon auf die zehnte Gruppe trifft. Das wurde auch neulich durch George Hunt (*Quart. Journ.* 1857, XX, p. 233) bestätigt, der mit der Camera lucida bei einer Vergrösserung von 1700 bis 2000 Mal die Linien ge-

Linien gezogen, deren Abstand nur $^1/_{4433}$ Millim. beträgt, also halb so viel als in der 15. Gruppe, und ausserdem noch ein Paar andere Gruppen, wo die kleinen Linien einander unter Winkeln von 90° und 120° kreuzen. Auf den Probetäfelchen mit 20 Gruppen beträgt der Linearabstand in der 20. Gruppe $^1/_{6000}$ Linie oder $^1/_{2664}$ Millimeter.

Ein Nobert'sches Probetäfelchen mit 10 Gruppen kostet 5 Thaler, ein solches mit 15 Gruppen 10 Thaler.

Späterhin hat Nobert aber sogar Probetäfelchen mit 30 Gruppen hergestellt, und diese kosten 30 Thaler. Ich erhielt 1858 ein solches Täfelchen von Nobert mit folgender Angabe der Abstände der Linien in den einzelnen Gruppen, denen ich noch die Anzahl der Linien beifüge, die auf Ein Millimeter kommen:

1.	Gruppe	0,001000	Par.	Lin.	=	443
5.	„	0,000550	„	„	=	806
10.	„	0,000275	„	„	=	1612
15.	„	0,000200	„	„	=	2215
20.	„	0,000167	„	„	=	2653
25.	„	0,000143	„	„	=	3098
30.	„	0,000125	„	„	=	3544

Diese Angaben wurden, so viel mir bekannt, nur von W. S. Sullivant und T. G. Wormley (*American Journ.* January 1861) durch wirkliche Zählungen geprüft. Sie benutzten ein Objectiv von Tolles mit $^1/_{30}$ engl. Zoll Brennweite und eine 6000malige Vergrösserung, die zum Theil dadurch erreicht wurde, dass sie eine achromatische Hohllinse zwischen das Objectiv und das Ocular brachten. Dabei benutzten sie Sonnenlicht, das durch eine achromatische Linse mit grosser Brennweite fiel. Bis zur 26. Gruppe waren die Linien mit Sicherheit zählbar; bei der 27. und 28., zumal aber bei der 29. Gruppe schwand diese Sicherheit, weil es immer schwerer und schwerer fiel, die Linien über die ganze Gruppe hin zu unterscheiden. Die Linien der 30. Gruppe wurden gar nicht mehr erkannt. In der umstehenden Tabelle sind die von ihnen gefundenen Resultate verzeichnet, und zwar der Vergleichung halber aufs Metermaass reducirt.

zählt hat, welche in den ersten dreizehn Gruppen auf $^1/_{1000}$ engl. Zoll kommen, und ebenso auch die Anzahl der Linien in jeder Gruppe. Seine Zahlen differiren wirklich so wenig von jenen bei Warren de la Rue, dass man beide Probetäfelchen in Betreff der Linearabstände in den gleichnamigen Gruppen fast als gleich ansehen kann. Nur in der elften Gruppe zeigt sich eine Verschiedenheit, die ich mir so erklären muss, dass Hunt beim Zählen zufällig diese Gruppe übersehen hat, was ja bei einer solchen schweren Untersuchung ganz leicht geschehen kann.

Gruppe.	Linien in der ganzen Gruppe.	Linien auf 1 Millim.	Gruppe.	Linien in der ganzen Gruppe.	Linien auf 1 Millim.
1.	7	437	16.	30	2264
2.	8	514	17.	31	2308
3.	9	605	18.	32	2446
4.	10	707	19.	33	2493
5.	12	796	20.	34	2631
6.	13	917	21.	36	2680
7.	15	1091	22.	37	2833
8.	17	1270	23.	38	2880
9.	20	1490	24.	40	2920
10.	22	1600	25.	41	3000
11.	24	1774	26.	42	3075
12.	25	1863	27.	43	3197
13.	26	1969	28.	44?	3264
14.	28	2071	29.	?	3400
15.	29	2200	30.	?	?

Vergleicht man diese Werthe mit den durch Nobert selbst verzeichneten Abständen und den daraus abgeleiteten Zahlen, so ergiebt sich, dass letztere insgesammt etwas grösser sind. Das mag vielleicht davon herkommen, dass die benutzte Maasseinheit nicht die nämliche war.

In der jüngsten Zeit lieferte Nobert Probetäfelchen mit 19 Gruppen, worin die vier letzten Nummern der 30gruppigen Täfelchen in der Feinheit der Theilung noch überholt werden. Die erste Gruppe ausgenommen, sind die übrigen anders getheilt als auf den früheren Täfelchen, wie aus folgender Tabelle zu ersehen ist:

Nr. 1	= $^1/_{1000}$	Par. Lin.,	443	auf 1	Millim.
„ 2	= $^1/_{1500}$	„ „	665	„ 1	„
„ 3	= $^1/_{2000}$	„ „	886	„ 1	„
„ 4	= $^1/_{2500}$	„ „	1108	„ 1	„
„ 5	= $^1/_{3000}$	„ „	1329	„ 1	„
„ 6	= $^1/_{3500}$	„ „	1550	„ 1	„
„ 7	= $^1/_{4000}$	„ „	1772	„ 1	„
„ 8	= $^1/_{4500}$	„ „	1994	„ 1	„
„ 9	= $^1/_{5000}$	„ „	2215	„ 1	„
„ 10	= $^1/_{5500}$	„ „	2437	„ 1	„
„ 11	= $^1/_{6000}$	„ „	2658	„ 1	„
„ 12	= $^1/_{6500}$	„ „	2880	„ 1	„
„ 13	= $^1/_{7000}$	„ „	3101	„ 1	„
„ 14	= $^1/_{7500}$	„ „	3323	„ 1	„
„ 15	= $^1/_{8000}$	„ „	3544	„ 1	„
„ 16	= $^1/_{8500}$	„ „	3766	„ 1	„
„ 17	= $^1/_{9000}$	„ „	3987	„ 1	„
„ 18	= $^1/_{9500}$	„ „	4209	„ 1	„
„ 19	= $^1/_{10000}$	„ „	4430	„ 1	„

Es harmoniren somit die 7., 9., 11., 13. und 15. Gruppe dieses 19gruppigen Täfelchens mit der 11., 15., 20., 25. und 30. Gruppe des 30gruppigen Täfelchens.

Wie schwer solche feine Theilungen herzustellen sind, vermag ich wohl nicht besser darzuthun, als durch das Zeugniss Fraunhofer's (Gilbert's *Annalen*, Bd. 15, S. 348), der erzählt, es sei ihm noch nicht gelungen, Linien auf Glas zu bringen, deren 32,000 auf den Pariser Zoll (also 1171 auf den Millimeter) gehen, und dann hinzufügt: „und es möchte auch für Menschenhände, welcher Maschine man sich auch bedienen mag, nicht wohl möglich sein.“ Nobert's Probetäfelchen kommen den Zeichnungen der allerschwierigsten Probeobjecte (I, S. 321) an Feinheit fast gleich, und er hat allen denen einen grossen Dienst geleistet, die das Unterscheidungsvermögen ihrer Mikroskope genau prüfen wollen. Gleichwohl muss ich das schon früher Gesagte wiederholen, dass man mit zwei solchen Probetäfelchen nicht immer vollkommen vergleichbare Resultate erhält, weil die Sichtbarkeit und Unterscheidbarkeit der feinen Linien von der Härte oder Sprödigkeit des Glases, von der Druckstärke der Diamantspitze und anderen Umständen abhängen, die wohl zum Theil, jedoch niemals vollständig in der Macht des Verfertigers liegen. Nur so kann ich es mir z. B. erklären, dass ich an einem der ersten Probetäfelchen keine Spur von Linien in der zehnten Gruppe zu erkennen vermochte, gleichwohl aber an einem Täfelchen mit 20 Gruppen aus späterer Zeit mit dem nämlichen Mikroskope ganz bequem die fünfzehnte

Gruppe unterschied, und selbst noch bei der siebzehnten mit einiger Mühe die Linien erkannte, ungeachtet die Linien in diesen beiden einander weit mehr genähert sind.

Bis jetzt ist Nobert der Einzige, der solche feine Theilungen auf Glas liefert, und wenn es auch bekannt ist, dass er dazu eine Kreistheilungsmaschine benutzt, so scheint er doch einen Theil seiner Methode geheim zu halten. Es dürfte deshalb nicht unpassend sein, wenn ich an das früher berührte Schreibeinstrument von Peters (S. 9) erinnere, das sich jetzt in der Sammlung der *Microscopical Society of London* befindet, wohin es der Erfinder geschenkt hat. Mit einer derartigen Einrichtung werden sich wahrscheinlich gleich feine Theilungen auf Glas machen lassen.

Ich erwähnte bereits früher (II, S. 229), dass bei allen Mikrometern 126
zwischen dem wahren und dem scheinbaren Werthe der Abstände Unterschiede vorkommen, die oftmals gar nicht unbedeutend sind. Die Bestimmung der Glasmikrometer verlangt es ganz besonders, dass die Abtheilungen unter einander übereinstimmen sollten; man trifft aber selbst an jenen, die aus den Werkstätten der besten Optiker hervorgegangen sind, oftmals grosse Ungleichheiten, zum Beweise, dass die Theilungsinstrumente sehr unvollkommen waren, oder dass die Theilung nicht mit der nöthigen Sorgfalt und Genauigkeit ausgeführt wurde. Ueber den verhältnissmässigen Grad von Genauigkeit einiger Mikrometer, die zu verschiedenen Zeiten aus verschiedenen Werkstätten hervorgegangen sind, giebt folgende kleine Tabelle Aufschluss. Alle Theilungen sind auf Glas ausgeführt, nur die Barton'sche auf Messing:

Verfertiger.	Nomineller Werth der Theilungen.	Wirklicher Werth in Millimetern.	Maximum der Differenz.
Brander	$^1/_{10}$ engl. Linie	0,2109	0,0210mm = $^1/_{10}$
Ramsden	$^1/_{500}$ „ Zoll	0,0469	0,0032 = $^1/_{16}$
Barton	$^1/_{2000}$ „ „	0,0128	0,0012 = $^1/_{10}$
Dollond	$^1/_{500}$ „ „	0,0498	0,0070 = $^1/_{7}$
Chevalier	$^1/_{20}$ Millim.	0,0484	0,0019 = $^1/_{25}$
Oberhäuser	$^1/_{20}$ „	00,480	0,0010 = $^1/_{25}$

Man ersieht hieraus, dass seit Brander bedeutende Fortschritte gemacht worden sind. Die Fehler indessen, die bei allen diesen Mikrometern vorkommen, sind in Wirklichkeit noch viel zu gross, und bei denen

aus der neueren Zeit rühren sie wahrscheinlich grösstentheils davon her, dass bei der Bearbeitung nicht hinlängliche Sorgfalt angewandt wurde. Dass es möglich ist, einen höheren Grad von Genauigkeit zu erreichen, ersieht man nicht blos aus der feineren Theilung auf den eben beschriebenen Nobert'schen Probetäfelchen, sondern auch daraus, dass Mohl (*Mikrographie*, S. 293) bei drei Messungen (was freilich eigentlich zu wenig ist) eines in $^1/_{50}$ Linien getheilten Glasmikrometers von Merz in München nur $^1/_{5555}$ Millim. Differenz fand, was noch nicht $^1/_{500}$ der gemessenen Grösse ist.

Ich will noch erwähnen, dass Welcker (*Polytechn. Journ.* Bd. 130, S. 267) auch ein Glasmikrometer angegeben hat, welches zum Abzählen von Objecten im Gesichtsfelde bestimmt ist. Es ist ein Täfelchen von $1^1/_2$ Zoll Länge und 1 Zoll Breite mit 31 Querstrichen, die 0,23 Par. Linien von einander abstehen, und senkrecht von 241 anderen Strichen durchkreuzt werden. Das Mikrometer ist dadurch in längliche Vierecke getheilt, die den Vorzug vor vierseitigen Feldern verdienen. Ganz zweckmässig ist dabei die Idee, zur Erleichterung des Zählens die Theilungen durch Zeichen zu numeriren, die man leicht mit dem Diamanten anbringt. Es werden dazu Striche von zweierlei Länge und zweierlei Abständen benutzt, nämlich: | (1), || (2), | | | (3), | | | | (4), || 5), || | | | (8), │ (10), │|| | (16), │ │ (20), ││ │ (30) u. s. w.

Ferner hat Hodgson (*Quart. Journ.* 1856. XV, p. 240) einen Gedanken ausgesprochen, der vielleicht dahin führen kann, dass man wohlfeilere Mikrometer bekommt, als Musterersatz für die Glasmikrometer. Er hat auf doppeltem Wege Collodiummikrometer hergestellt. Erstens brachte er auf ein Glasmikrometer eine dünne Schicht Collodium, das sich nach Verdunstung des Aethers leicht abheben lässt, und so erhielt er gleichsam einen Abguss der Mikrometertheilungen, den man wie ein gewöhnliches Object zwischen zwei Glastäfelchen bringen kann *). Zweitens benutzte er aber auch die Photographie, um sich in sehr verkleinertem Maassstabe die Abbildung einer Theilung zu verschaffen. Da photographische Abbildungen auf Collodium sich mit so grosser Schärfe her-

*) Ich muss übrigens bemerken, dass Gorham (*Quart. Journ.* 1853. II, p. 84) bereits drei Jahre früher das Collodium benutzt hat, um dergleichen Abgüsse von verschiedenen mikroskopischen Gegenständen zu bekommen. Er benutzte dazu ein mit rothem Sandelholz schwach gefärbtes Collodium; welches mit einem Pinsel vier- bis fünfmal aufgestrichen wurde. Beim Untersuchen der Mineralien, der Schalen, der Polypenstöcke, der Pflanzenepidermis, der Bedeckungen der Gliederthiere, der Hornhaut ihrer Augen u. s. w. kann dieses Hülfsmittel allerdings ganz gute Dienste leisten.

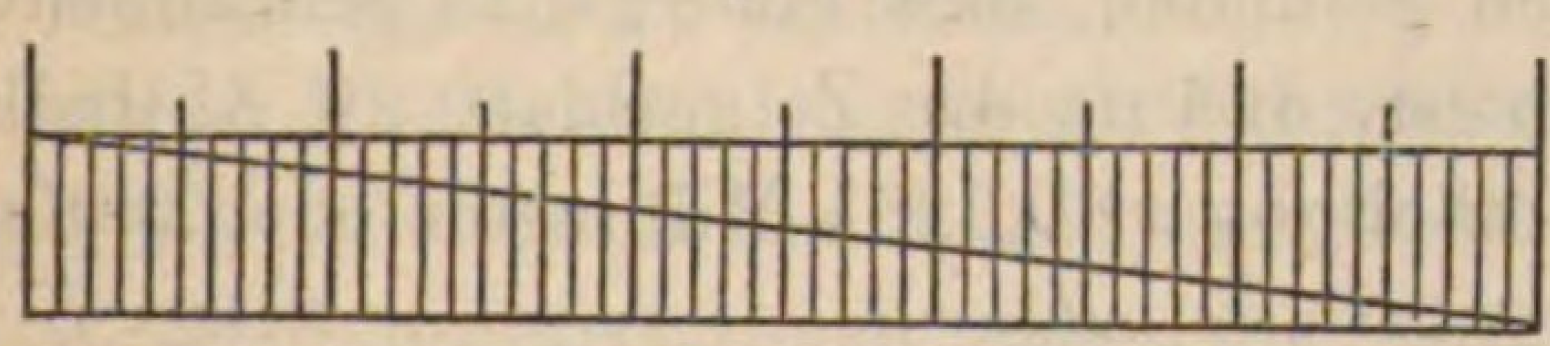
stellen lassen und eine recht ansehnliche Vergrösserung vertragen, so begreift man wohl, dass auf diesem Wege mikrometrische Theilungen zu erzielen sind, welche die durch ein Theilungsinstrument erhaltenen zu ersetzen vermögen und recht gut als Ocularmikrometer benutzt werden können.

Ebenso hat Thomas Woods (*Philos. Magaz.* 1861, p. 166) auf photographischem Wege sich ein Mikrometer verschafft. Er benutzte dazu einen Rahmen, worauf schwarz gefärbte hölzerne Leisten befestigt waren, mit dem hellen Himmel als Hintergrund. Die Linien treten so schärfer hervor, als wenn schwarze Linien auf einem weissen Grunde gezogen werden. Das Bild wurde auf ein mit Collodium überzogenes Glimmerblättchen gebracht. Das auf diesem Wege erhaltene Mikrometer hatte Linien, die $^1/_{1000}$ engl. Zoll von einander abstanden und ebenso $^1/_{1000}$ engl. Zoll dick waren.

Für Glasmikrometer im Oculare empfiehlt sich die Jackson'sche Einrichtung. Eine messingene Platte hat in der Mitte das Glasmikrometer, und dieses kann durch eine Schraube an dem einen Ende der Platte hin und her bewegt werden. Ist die Platte durch zwei gegenüber stehende Oeffnungen ins Ocular eingebracht, dann kann man mittelst der Schraube einen der Theilungsstriche mit dem Rande des Objectes in Berührung bringen.

Eine Verbesserung in der Theilung hat Hartnack dadurch herbeigeführt, dass er noch eine Transversallinie zieht, wie es die Fig. 201 zeigt. Offenbar muss damit die Messung weit genauer ausfallen können, bis zum Fünftel oder Zehntel der ursprünglichen Einheit.

Fig. 201.



Bewegliches Ocularglasmikrometer nach Hartnack.

Ueber die Preise der Glasmikrometer habe ich noch Folgendes mitzutheilen. Bei Oberhäuser war das Millimeter in 100 und in 500 Theile getheilt, und das Stück kostete 20 Francs. Nachet liefert ein Ocular mit Glasmikrometer, worauf das Millimeter in 100 Theile getheilt ist, um 15 Francs. Bei Zeiss ist das Ocularmikrometer, woran 5 Millimeter in 50 Theile getheilt sind, um 3 Thaler zu haben, und das Objecttischmikrometer, woran das Millimeter in 25 bis 200 Theile getheilt ist, um 3 bis 5 Thaler. Bei Belthle kostet das Ocularglasmikrometer (zwanzigfache Theilung des Millimeters) 2 Thaler 15 Silbergroschen, das Objecttischglasmikrometer (50fache Theilung des halben Millimeters) 5 Thaler. Bei Bénèche bekommt man ein Ocularmikrometer (zehnmalige Theilung des Millimeters) um einen Thaler, ein Objecttischmikrometer, woran das Viertelmillimeter 100 Mal getheilt ist, um 5 Thaler.

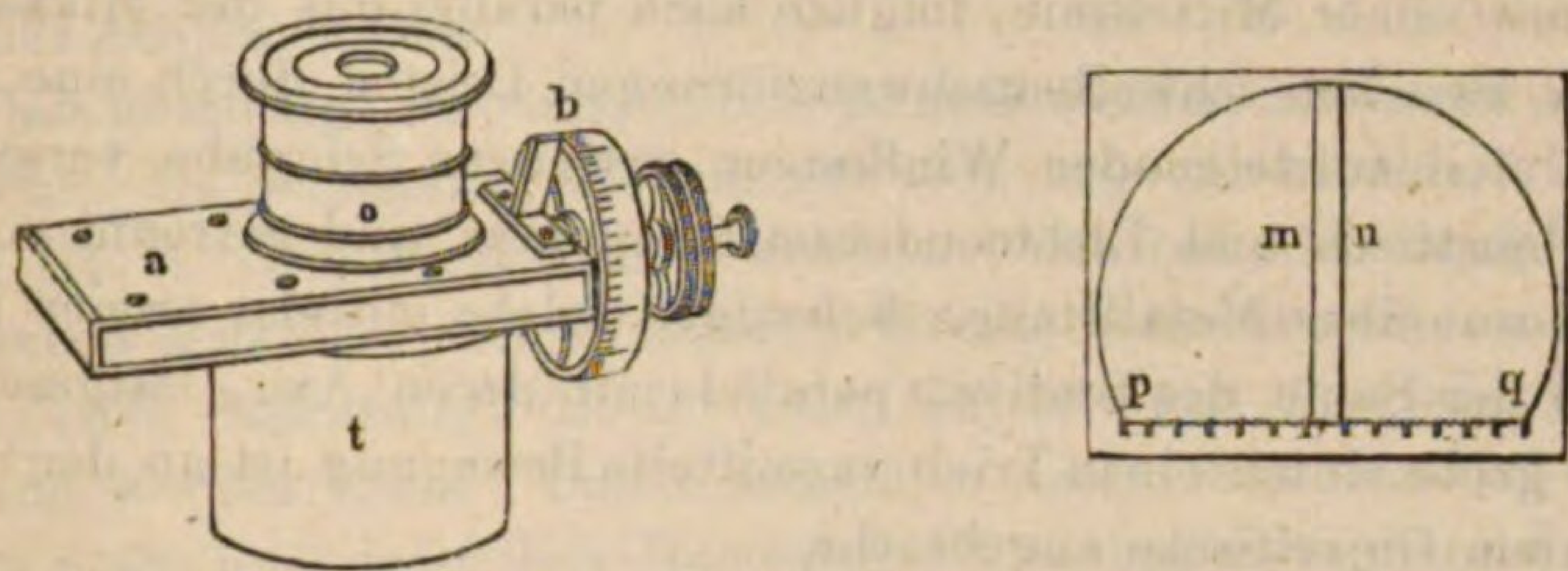
127 Die von Martin, Adams und Brander verfertigten Nadelmikrometer im Oculare wurden nach einiger Zeit durch andere Schraubenmikrometer verdrängt. Der Duc de Chaulnes stellte nämlich 1767 ein Mikroskop her, das ausdrücklich dazu bestimmt war, Messungen damit vorzunehmen. Sein Stativ war auf ein Tischchen befestigt, das auf vier Füssen ruhte. Die Messungen wurden mittelst zweierlei Schraubenmikrometer bewirkt. Neben dem astronomischen Ocularmikrometer mit zwei Fäden, von denen der eine fest ist, der andere aber durch eine Schraube bewegt wird, kam noch am Objecttische ein Mikrometer mit zwei Schrauben vor, wodurch das Object im Gesichtsfelde in zwei Richtungen bewegt werden konnte. Mittelst dieser Einrichtung vermochte der Duc de Chaulnes den Durchmesser der Objecte bis auf $^1/_{1500}$ Linie zu bestimmen, also fast doppelt so genau, wie mittelst der früheren Nadelmikrometer.

Diesen Versuch, das Object durch Schrauben zu bewegen, ahmte dann Martin nach; wahrscheinlich hat er dieses Schraubenmikrometer in der mir unbekannt gebliebenen Schrift beschrieben: *Microscopium pantometricum, or a new construction of a Micrometer adapted to the Microscope*, 1776. Zu seinen späteren zusammengesetzten Mikroskopen gehört ein besonderes mit zwei Schrauben versehenes Mikrometer; dasselbe besteht aus einem vierseitigen Messingrahmen, worin sich ein zweiter durch zwei Schrauben, die rechtwinkelig gegen einander stehen, hin- und herbewegen lässt. Dieses Schraubenmikrometer kann man am Objecttische befestigen und wieder wegnehmen, ganz so, wie gegenwärtig bei Plössl und bei Anderen. Bei der Untersuchung eines solchen Martin'schen Schraubenmikrometers habe ich gefunden, dass eine ganze Schraubenumdrehung 0,5019 Millim. gleich ist, und da das Zeigerblatt 20 Abtheilungen hat, so ist die einzelne Abtheilung = 0,0251 Millimeter oder 0,00099 engl. Zoll.

Auch das Ocular-Schraubenmikrometer mit beweglichem Faden kam mehr in Gebrauch. Ramsden führte es beim Mikroskope ein, als der Generalmajor Roy im Jahre 1783 (*Philos. Transact.* p. 641) sehr genaue Messungen auszuführen hatte, wobei es darauf ankam, genau zu bestimmen, wie die Stäbe, deren er sich bediente, durch die Wärme ausgedehnt wurden. Dazu erfand Ramsden ein Pyrometer mit der Einrichtung, dass die Ausdehnung der Stäbe durch zwei an den Enden angebrachte Mikroskope gemessen wurde. Als dann Roy einige Jahre später durch trigonometrische Messungen den Abstand der Meridiane von Greenwich und Paris bestimmte, lieferte ihm Ramsden ein Instrument zu Winkelmessungen, wozu auch zwei mit solchen Mikrometern versehene Mikroskope gehörten, um die nöthigen Ablesungen mit grosser Genauigkeit bewirken zu können (*Philos. Transact.* 1790, p. 111). Ferner benutzte auch Edward Troughton (*Philos. Transact.* 1809, p. 105) dergleichen Mikrometer für seine Theilungsmaschine.

Das Ramsden'sche Ocular-Schraubenmikrometer ist Fig. 203 dargestellt. Es besteht aus einer abgeplatteten, länglich vierseitigen Kapsel *a*

A Fig. 202. B



Ramsden's Ocular-Schraubenmikrometer.

mit zwei Spinnewebfäden *m* und *n* im Inneren: der eine dieser Fäden ist fest, der andere wird durch eine Schraube bewegt, die mit einem getheilten Zeigerblatte *b* versehen ist. Ueber jener vierseitigen Kapsel befindet sich die kurze Röhre *o* mit einem positiven Oculare, welches so gestellt werden kann, dass man die beiden Spinnewebfäden und zugleich auch jenes durchs Objectiv hervorgebrachte Bild deutlich sieht. Um die Anzahl der vollständigen Umdrehungen der Schraube zu kennen, geht, wie man bei *B* sieht, ein sägeförmig gezahnter Streifen *p q* durchs Gesichtsfeld: jedes Zähnchen entspricht einer vollständigen Schraubenwindung, und je fünf Zähne sind wieder durch eine tiefere Einkerbung angedeutet. Das untere Rohr *t* hat die Bestimmung, das Mikrometer in das Mikroskoprohr zu schieben.

Einer Modification des Ocular-Schraubenmikrometers, welche nach der Angabe Mohl's durch Steinheil ausgeführt wurde, habe ich schon früher (II, S. 240) gedacht, auch dabei die Vorzüge und Nachtheile der beiderlei Einrichtungen unter einander verglichen. Mohl (*Arch. f. mikrosk. Anat.* I, S. 91) giebt neuerdings die Beschreibung seines Steinheil'schen Instrumentes. Die Grundlage des Stativs bildet eine starke (1,5 Zoll dicke), nach oben zu schwach verjüngte Säule, welche am oberen Ende eine drei Linien dicke, horizontal abstehende, in der Mitte mit einer Oeffnung versehene Platte trägt. In diese Oeffnung ist von unten her die Mikroskopröhre eingeschraubt, also unbeweglich; über derselben ist ein Fraunhofer'scher Schraubenmikrometer angeschraubt, welcher jedoch in stärkeren Dimensionen ausgeführt ist. Die Schraube desselben hat Umgänge von der Grösse von etwa $^1/_4$ Linie, ihr hinteres Ende läuft, um die Abnutzung möglichst zu verhindern, in einem Lager von Achat, eben so ist in den Theil des durch die Schraube zu bewegenden Schiebers, auf welchen das vordere Ende der Schraube drückt, ein Achat eingelassen. Auf dem Mikrometer befindet sich das durch denselben zu bewegende Ocular (ein orthoskopisches von Kellner) in eine kurze Röhre eingesteckt.

Diese Ocularröhre ist jedoch nicht unmittelbar auf den durch die Mikrometerschraube beweglichen Schieber des Mikrometers befestigt, sondern auf einen zweiten Schieber, welcher sich auf der oberen Seite des ersten, parallel mit seiner Mittellinie, folglich auch parallel mit der Mikrometerschraube, zwischen schwalbenschwanzförmigen Leisten durch eine besondere mit steil aufsteigenden Windungen versehene Schraube verschieben lässt. Objecttisch und Lichtcondensationsapparat sind getrennt vom Mikroskope an einer Metallstange befestigt, welche mittelst zweier kurzen Arme an der Säule des Stativs, parallel mit deren Axe, festgeschraubt ist. Die grobe durch einen Trieb vermittelte Bewegung ist an der Stange, die feine am Objecttische angebracht.

Um genau die Stelle ausfindig zu machen, bis wohin der zweite Schieber mit dem Oculare kommen muss, wenn die Axe des Mikroskopes eingehalten werden soll, brachte Mohl drei Blendungen ins Mikroskop, deren Oeffnungen nur die Grösse eines Nadelstichs hatten. Dann wurde das Ocular so weit verschoben, bis die kleine sichtbare Lichtscheibe durch das Fadenkreuz im Oculare in vier gleich grosse Quadranten getheilt wurde.

Nun wurde quer über den Ocularschieber und eine der Leisten, in denen er sich verschiebt, eine Linie eingeschnitten, welche als Index für die Stellung dieses Schiebers dient. Will man einen anderen Theil der Mikrometerschraube zu einer Messung verwenden, so wird das Ocular in die Axe gestellt, ein beliebiges Object so unter das Mikroskop gelegt, dass eine bestimmte Stelle desselben mit dem Spinnenfaden zusammentrifft, und durch den Ocularschieber das Ocular soweit zurückgeführt, bis sein Faden wieder auf der gleichen Stelle des Objects einsteht. Man könnte auch, meint Mohl, in die Leiste des Ocularschiebers eine Scala einschneiden, welche die Umgänge der Mikrometerschraube anzeigt, und die erstere Scala in umgekehrter Weise numeriren, wobei alsdann, wenn beide Scalen auf die gleiche Nummer gestellt würden, das Ocular in die Mikroskopaxe zu stehen käme. Aber ungeachtet der grossen Dimensionen, die er der Säule des Stativs und der horizontalen Platte, woran das Mikrometer und das Mikroskoprohr befestigt sind, gegeben hatte, musste er doch wahrnehmen, dass der geringe Druck auf die Schraube schon ausreichte, das Mikrometer zu einem Hebel zu machen, wodurch dem Mikroskoprohre eine merkbare Bewegung ertheilt wurde. Deshalb verband er letzteres mit der Säule des Instrumentes noch durch einen Rahmen, der aus rechtwinkelig sich durchkreuzenden starken Messingplatten bestand. Dadurch wurde vollständige Festigkeit und Unbeweglichkeit erlangt.

Es ist klar genug, dass mit einem also eingerichteten Schraubenmikrometer ausnehmend feine Messungen ausführbar sind. An Mohl's Instrumente entsprach der volle Schraubenumgang bei 218maliger Vergrösserung $^1/_{70}$ Linie, bei 487maliger Vergrösserung $^1/_{152}$ Linie, und bei

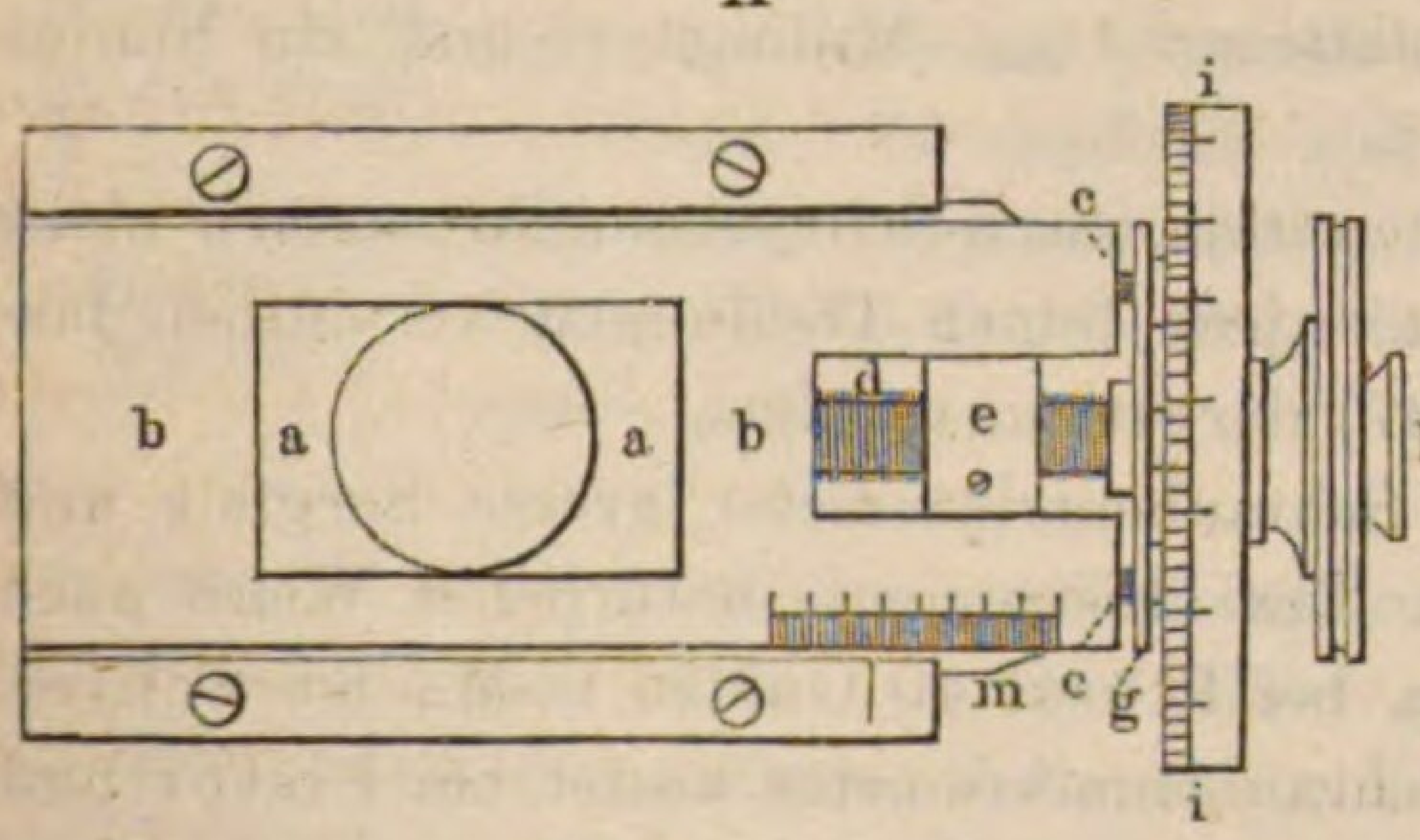
1100maliger Vergrösserung $^1/_{342}$ Linie. Da sich nun mit Hülfe des Nonius auch noch Tausendtheile des Schraubenganges ablesen lassen, so gehen die Angaben des Messapparates weit über die optischen Leistungen des Mikroskopes hinaus.

Dass überhaupt die Ocular-Schraubenmikrometer, also auch das Ramsden'sche, die genauesten Instrumente sind, die wir besitzen, ist bereits früher (II, S. 237) nachgewiesen worden. Wie bei allen Ocularmikrometern haben aber die damit erhaltenen Werthe keine absolute, sondern nur eine relative Bedeutung, die für jedes Objectiv und für jede Rohrlänge bestimmt werden muss. Daher kommt es auch, dass man auf dem Continente mehr und mehr dem Objecttisch-Schraubenmikrometer den Vorzug gegeben hat, namentlich nach Fraunhofer's Vorgange, der seine grösseren Mikroskope damit versah. Nur in England wird das Ocular-Schraubenmikrometer noch immer viel benutzt.

Ein solches Schraubenmikrometer ist Fig. 203 abgebildet. Es besteht aus zwei Platten, von denen die untere *aa* auf dem Objecttische befestigt wird, während die obere *bb* mittelst einer Schraube sich darauf verschieben kann. Die untere Platte hat eine runde Oeffnung, und zur Seite zeigt sie zwei schwalbenschwanzförmige Leisten, um die Ränder der oberen beweglichen Platte aufzunehmen, die ihrerseits eine länglich-viereckige Oeffnung besitzt. Die feine Schraube *d* läuft in einer Mutter *e*, die mit der unteren Platte verbunden ist: wird sie gedreht, so drückt ihr Ende gegen die bewegliche Platte *bb* und diese wird fortgeschoben; zurückgezogen aber wird dieselbe durch die federnde Platte *g*, welche durch die beiden Schräubchen *cc* mit der oberen Platte verbunden ist. Die Zeigerplatte, an deren Rande eine Theilung *ii* angebracht ist, steht nicht in fester Verbindung mit der Schraube, sondern lässt sich durch Umdrehen der Mutter *l* lösen. So kann ihr Nullpunkt in

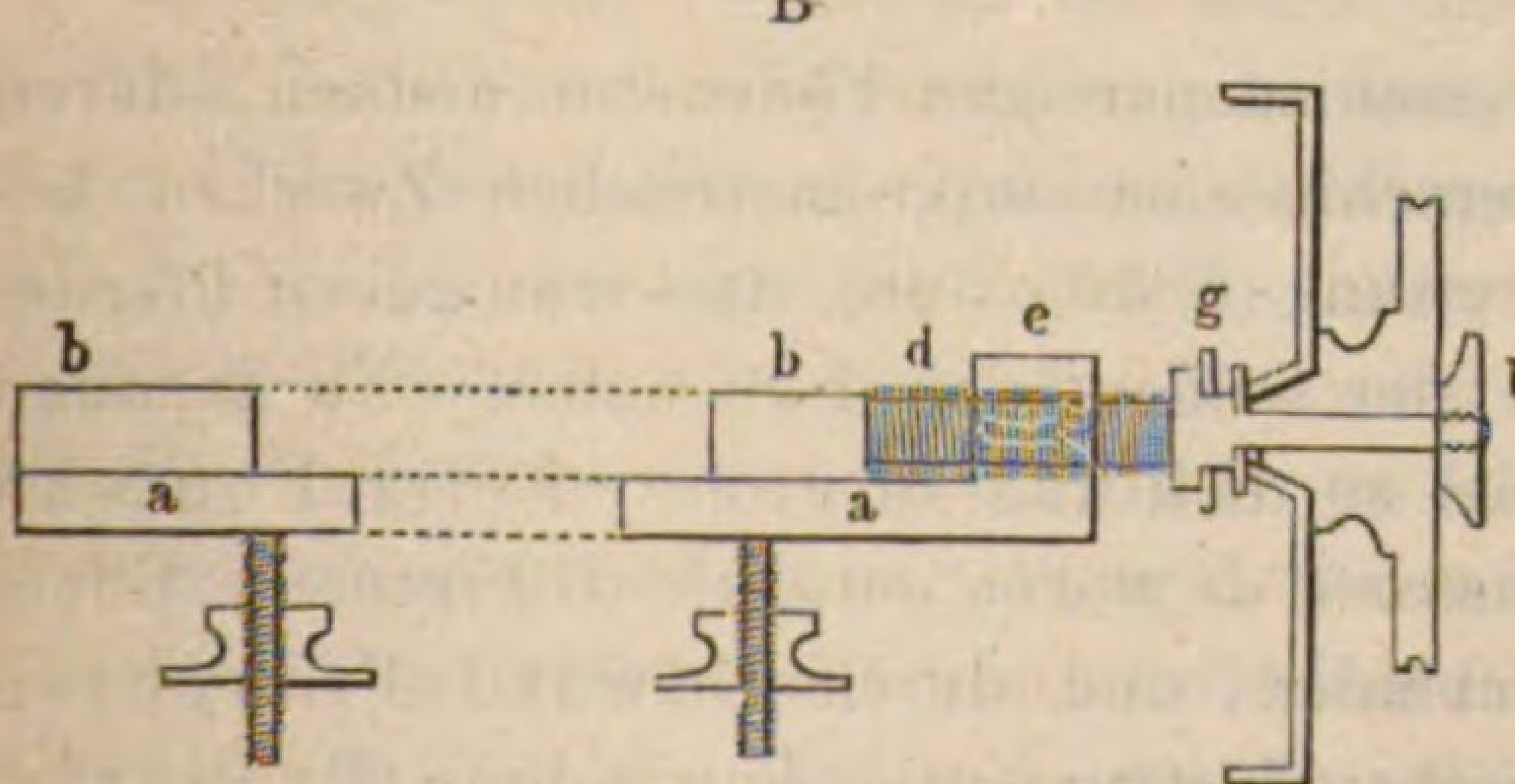
Fig. 203.

A



Schraubenmikrometer von oben gesehen.

B



Schraubenmikrometer im Durchschnitt.

Uebereinstimmung gebracht werden mit der Theilung auf der Scala *m*, wodurch die vollständigen Umdrehungen angegeben werden. Ausserdem ist noch ein Nonius dabei, der aber nicht mit abgebildet ist, damit auch die Bruchtheile auf den Theilungen des Zeigerblattes abgelesen werden können.

Ziemlich die nämliche Construction haben die späteren Schraubenmikrometer von Plössl, von Schiek und Anderen, nur finden sich bei diesen stärkere Spiralfedern, wodurch der todte Gang der Schraube bei diesen Instrumenten ganz wegfällt.

Die Theilung der Schraubenmikrometer variirt natürlich bei den verschiedenen Optikern. Die Einheiten am Plössl'schen Schraubenmikrometer sind unmittelbar $^1/_{10000}$ Wiener Zoll, und mit Hülfe des Nonius kann sogar $^1/_{100000}$ Zoll angegeben werden. Pistor und Martins haben die nämlichen Werthe nach dem Pariser Zoll. Schiek's Schraubenmikrometer geben Tausendtheile und Zehntausendtheile der Pariser Linie an, ebenso jene von Nobert.

Die französischen Optiker haben immer das Millimeter als Maasseinheit. Bei dem oben beschriebenen Brunner'schen Mikroskope (S. 166) ist jeder Theil an der Zeigerplatte = $^1/_{1000}$ Millimeter, und ein Nonius giebt noch Zehntausendtel an.

Dass man jedoch mit solchen Objecttisch-Schraubenmikrometern nicht so genaue Maassen bekommt, als jene feinen Theilungen vermuthen lassen, ist schon früher (II, S. 237) dargethan worden.

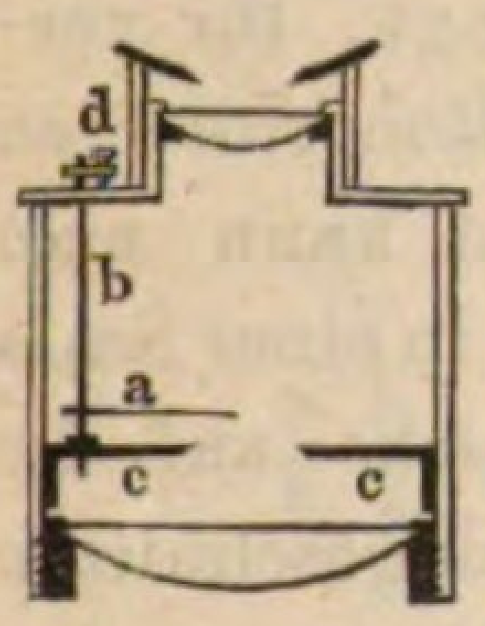
Da die Herstellung der Schraubenmikrometer grosse Sorgfalt und viel Zeit verlangt, so gehören diese Instrumente natürlicher Weise auch zu den theureren. Sie kosten bei Plössl 40 Gulden C.-M., bei Schiek 30 Thaler. Das Objecttisch-Schraubenmikrometer kostet bei Pistor und Martins gleichviel wie bei Schiek; sie liefern aber auch Ocular-Schraubenmikrometer für 35 Thaler. Bei Ross kostet ein solches Instrument 5 Pd. 5 Schillinge.

Es sind nun noch die verschiedenartigen Fäden zu nennen, deren man sich nach einander zu verschiedenen mikrometrischen Zwecken bedient hat. Es wurde bereits erwähnt (S. 365. 368), dass man zuerst Pferdehaare, Menschenhaare, Silber- oder Seidenfäden dazu nahm. Zu genauen Messungen waren diese alle viel zu dick und zu grob. Felix Fontana (*Saggio del real gabinetto di fisica e di storia naturale di Firenze.* Roma 1775) empfahl 1775 Spinnewebfäden, und durch Edward Troughton fanden diese zuerst in teleskopischen Instrumenten Anwendung (Brewster, *New Instruments*, p. 75). Da es aber so schwer hält, diese höchst feinen Fäden am gehörigen Platze zu befestigen, so ist man später auf andere Mittel zu ihrem Ersatze bedacht gewesen. So empfahl Brewster (*New Instruments*, p. 77) 1813 feine Glasfäden, die sich jedoch nur schwer so fein spinnen lassen, dass sie einem Spinnewebfaden von $^1/_{500}$ Millimeter

oder selbst noch weniger gleichkommen. Goring (*Micrographia*, p. 47) will Fäden aus in Terpentin gelöstem Cautschuk sehr brauchbar gefunden haben. Später hat Welcker (*Aufbewahrung mikroskopischer Objecte* u. s. w., S. 31) Canadabalsam für diesen Zweck empfohlen; er bringt nämlich ein Tröpfchen davon auf zwei Punkte des Diaphragmarandes, zwischen denen der Faden gezogen werden soll, steckt einen Stecknadelknopf in eins der Tröpfchen, und zieht nun von einem Rande aus zum andern ein Fädchen. Das sind aber doch nur temporäre Hülfsmittel, und weit besser eignet sich Platindraht, den Wollaston in so grosser Feinheit herstellen lehrte; diesen benutzt auch Schiek in seinen Mikroskopen.

Ich will noch erwähnen, dass Mohl (*Linnaea* 1842, S. 502) die Fäden durch die feine Spitze einer Nadel zu ersetzen vorgeschlagen hat.

Fig. 204.



Quekett's Indicator.

Wirklich brachte Quekett (l. l. p. 130) eine Nadel ins Ocular, wie aus Fig. 204 zu ersehen ist, aber freilich zu einem ganz anderen Zwecke, nämlich um als Indicator zu dienen. Die Nadel *a* ist nämlich an der kleinen Stange *b* befestigt, die sich auf dem Oculardiaphragma *cc* herumdreht, und oben einen kleinen Handgriff *d* hat, womit die Nadel nach verschiedenen Punkten des Gesichtsfeldes gedreht werden kann. Es empfiehlt sich diese Einrichtung zu mikroskopischen Demonstrationen, wo es darauf ankommt, die Aufmerksamkeit auf einen bestimmten Punkt oder Gegenstand zu lenken.

Ich habe noch ein Paar mikrometrische Methoden anzuführen, die 128
zwar nicht in der Weise, wie die bisher genannten, im Gebrauche sind, denen aber ein vernünftiger Gedanke zu Grunde liegt, so dass ihnen vielleicht späterhin für einzelne Fälle vor anderen Methoden der Vorzug eingeräumt wird.

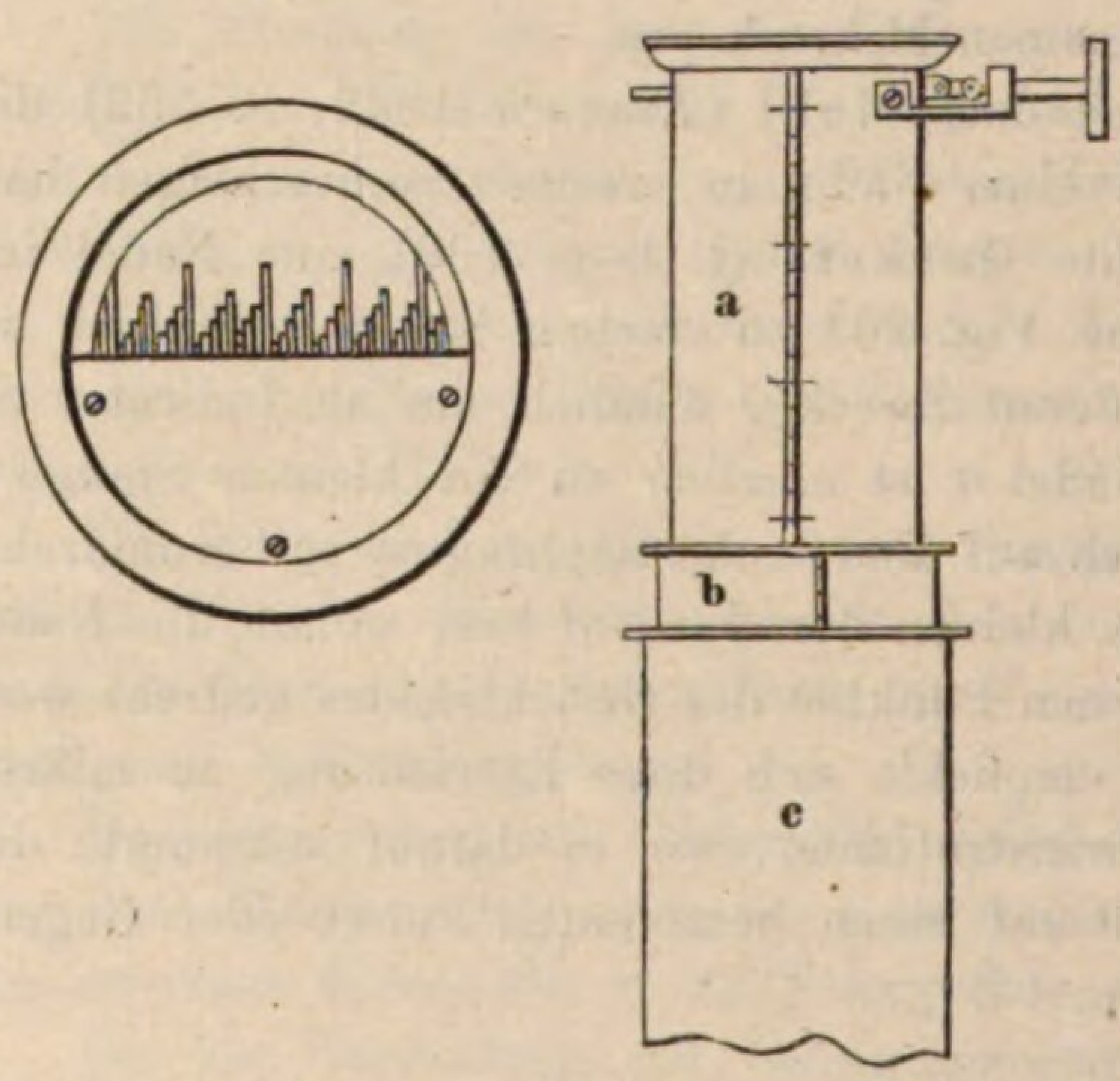
Hierher gehört zunächst die von Wollaston (*Philos. Transact.* 1813, p. 119) beschriebene Einrichtung, welche darauf abzweckt, dass, so wie beim Doppelsehen das vergrösserte Bild und ein Maassstab gleichzeitig mit beiden Augen angeschaut werden, hier das vergrösserte Bild und der getheilte Maassstab gleichzeitig mit Einem Auge zur Beobachtung kommen. Diesen Zweck erreichte Wollaston mittelst einer Linse von $^{1}/_{12}$ Zoll Brennweite und einem so geringen Durchmesser, dass eine kleine Oeffnung, die zur Seite der Linse ins kleine die Linse enthaltende Röhrchen gebohrt war, nur $^{1}/_{25}$ Zoll vom Mittelpunkte der Linse abstand. Es treten dann die Lichtstrahlen durch die Linse und durch die Oeffnung gleichzeitig in die Pupille und erzeugen Bilder auf der Netzhaut. Wollaston benutzte das in Fig. 205 (a. f. S.) abgebildete Instrument. Dasselbe besteht aus drei in einander verschiebbaren Röhren *a*, *b* und *c*. Die erste enthält oben die soeben beschriebene Linse und gleich darunter den Objecttisch. Die

dritte oder unterste Röhre enthält die bei B abgebildete getheilte Scala aus Stückchen Metalldraht von etwa $^1/_{40}$ Zoll Dicke, die so wie in der Figur an einander gereiht sind, d. h. sie haben ungleiche Länge, und allemal das fünfte und das zehnte Stückchen ragt über die anderen heraus.

Der relative Werth der Abtheilungen dieser Scala variirt natürlich je nach ihrer Entfernung vom Auge. In dem Maasse, als die Scala durch Einschieben der Röhren dem Auge näher kommt, nimmt dieser Werth an Grösse zu, und ist derselbe einmal, indem man ein Object von bekanntem Durchmesser auf den Objecttisch bringt, für verschiedene Röhrenlängen bestimmt, so kann man diese Längen in einer Scala angeben, welche auf die Röhre *a* eingeschnitten wird. Wollaston benutzte als Object einen Golddraht, dessen Durchmesser er aus dem specifischen Gewichte und aus der Länge berechnete, und durch sein Instrument ermittelte er nun, dass bei 16,6 Zoll Abstand zwischen Scala und Linse jede Abtheilung der Scala $^1/_{10000}$ Zoll betrug, also bei 8,3 Zoll Abstand $^1/_{5000}$ Zoll; die dazwischen liegenden Bruchtheile $^1/_{6000}$, $^1/_{7000}$ Zoll u. s. w. wurden durch Abstände von 1,66 Zoll auf der Scala des Rohres ausgedrückt.

Fig. 205.

B A



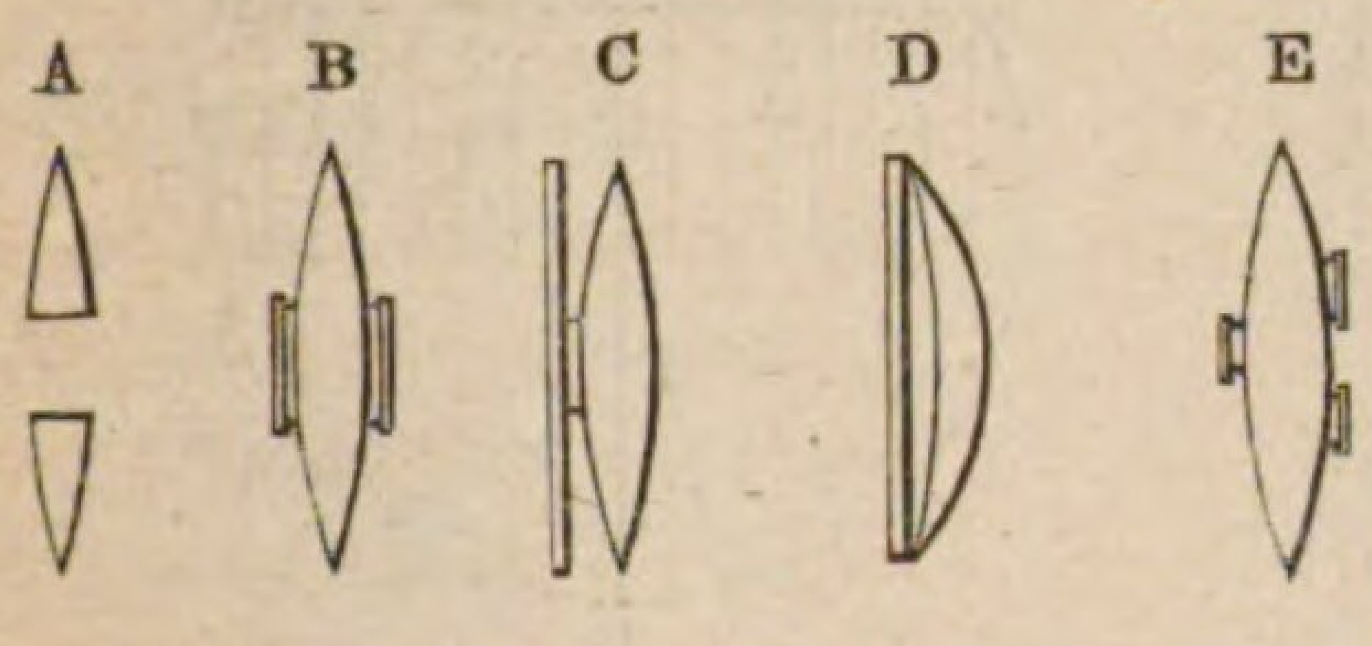
Wollaston's Mikrometer.

Es bedarf wohl keiner weiteren Ausführung, dass diese Methode auf rationeller Basis ruht, und wäre sie praktisch ausführbar, dann würde sie gewiss vor vielen anderen den Vorzug verdienen, namentlich beim einfachen Mikroskope, wo die meisten übrigen mikrometrischen Hülfsmittel nicht ausreichen. Leider ist aber Wollaston's Instrument nur sehr wenig brauchbar, wovon sich jeder beim Gebrauche desselben leicht überzeugen kann. Das durch die seitliche Oeffnung einfallende Licht thut bei etwas stärker vergrössernden Linsen der Helligkeit des Objectes, dessen Bild sich auf der Netzhaut formt, solchen Eintrag, dass man dieses Object, zumal ein sehr durchsichtiges, kaum noch wahrnimmt, und wenn man schwach vergrössernde Linsen wählt, so können diese nur so klein

sein, dass sie ebenfalls nur sehr wenig Lichtstärke besitzen. Jedenfalls müssten die Röhrchen für die Linsen so eingerichtet werden, dass zur Zeit der eigentlichen Beobachtung die Oeffnung durch ein darüber hinzuschiebendes Plättchen bedeckt bliebe und nur im Momente des Messens geöffnet würde. Da nun aber jetzt so viele Methoden zu Gebote stehen, um den Durchmesser der durchs Mikroskop beobachteten Objecte zu bestimmen, und da gegenwärtig das einfache Mikroskop weniger in Gebrauch ist, so lässt sich nicht wohl erwarten, dass dieses Wollaston'sche Instrument jemals als Mikrometer praktische Anwendung finden werde.

Noch weniger steht dies zu erwarten von einigen durch Brewster (*New Instruments*, p. 417) vorgeschlagenen Mitteln. Offenbar ging aber Brewster von dem nämlichen Principe aus, wenn er, wie es in Fig. 206 angedeutet ist, die Linsen dergestalt einrichtete, dass man Objecte, die sich in verschiedenen Entfernungen befinden, gleichzeitig dadurch sehen kann. Er empfahl übrigens zunächst eine durchbohrte Linse (A), sowie eine Linse, auf deren beide Flächen mit Canadabalsam ein rundes Glasscheibchen geklebt war (B). In beiden Fällen würden die durch den mittleren Theil der Linse gesehenen Objecte sich nicht vergrössert darstellen, und der Durchmesser der durch den Randtheil wahrgenommenen Objecte liesse sich daher mit den Theilungen einer durch den centralen Theil gesehenen Scala vergleichen. Ich muss aber bemerken, dass Brewster selbst diese Methode nicht zum Messen von Objecten empfohlen hat, sondern nur für bestimmte Fälle, z. B. um die Höhe der Quecksilbersäule im Barometer festzustellen. Die Linsen C und D sollen dazu dienen, zwei Objecte, die sich nicht in grosser Entfernung von einander befinden, auf Einmal zu sehen, und die Linse E ist für Objecte in drei verschiedenen Entfernungen bestimmt.

Fig. 206.



Brewster's Linsen.

Brewster (*New Instruments*, p. 55. 73) beschrieb ferner ein Instrument, das er *Rotatory micrometer with points* nannte. Dieses Mikrometer sollte ebensowohl beim Mikroskope als beim Teleskope Anwendung finden können. Im Wesentlichen besteht es aus zwei sehr zugespitzt zulaufenden Stahlnadeln im Brennpunkte des Oculares, zunächst dem Rande des Gesichtsfeldes. Die eine Nadel ist unbeweglich, die andere dreht sich zusammen mit einem getheilten Kreise. Beim Messen wird die Nadel dergestalt gedreht, dass die Ränder des Bildes zwischen den beiden Spitzen sich befinden, und mittelst eines Nonius wird dann die Grösse des Bogens abgelesen, dessen Sehne dem Durchmesser des Bildes an

Grösse gleichkommt. In einer vorher berechneten Tabelle findet man die wahre Grösse.

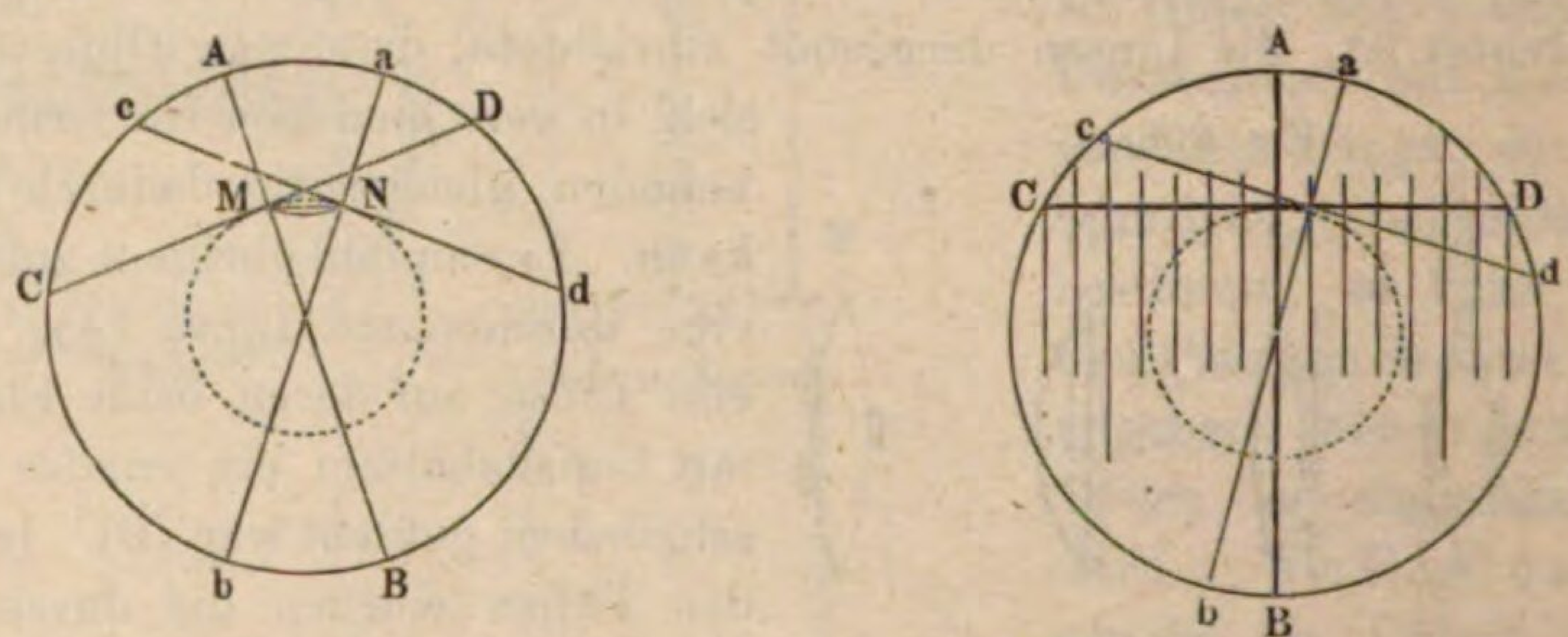
Dieses Mikrometer ist aber in doppelter Beziehung ein unvollkommenes Instrument. Erstens lassen sich nicht leicht sehr feine Messungen damit vornehmen; sodann aber müssen die zu messenden Objecte immer an den Rand des Gesichtsfeldes gebracht werden, wo die Bilder nicht so scharf sind, wie in der Mitte.

Besser, aber auf dem nämlichen Principe beruhend, ist das Mikrometer von Welcker (*Zeitschr. f. rat. Med.* Bd. 10, Hft. 1), welches Fig. 207

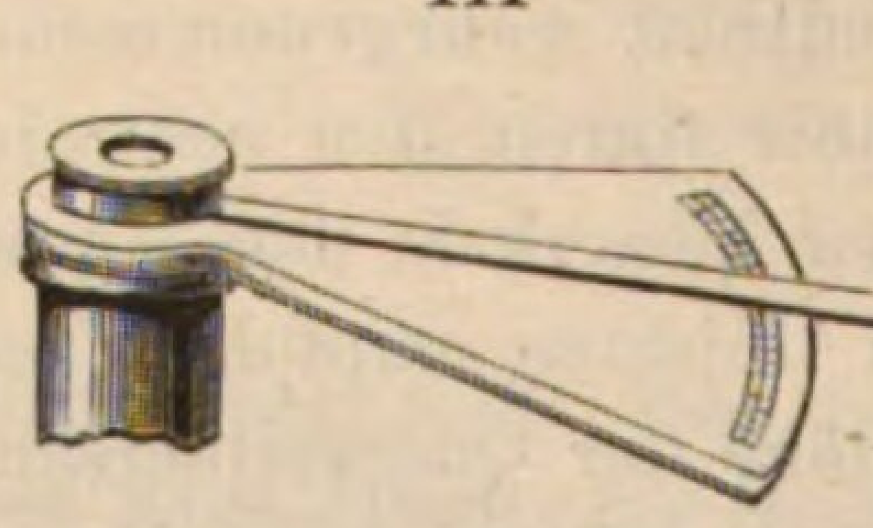
Fig. 207.

Welcker's Mikrometer.

I II



III



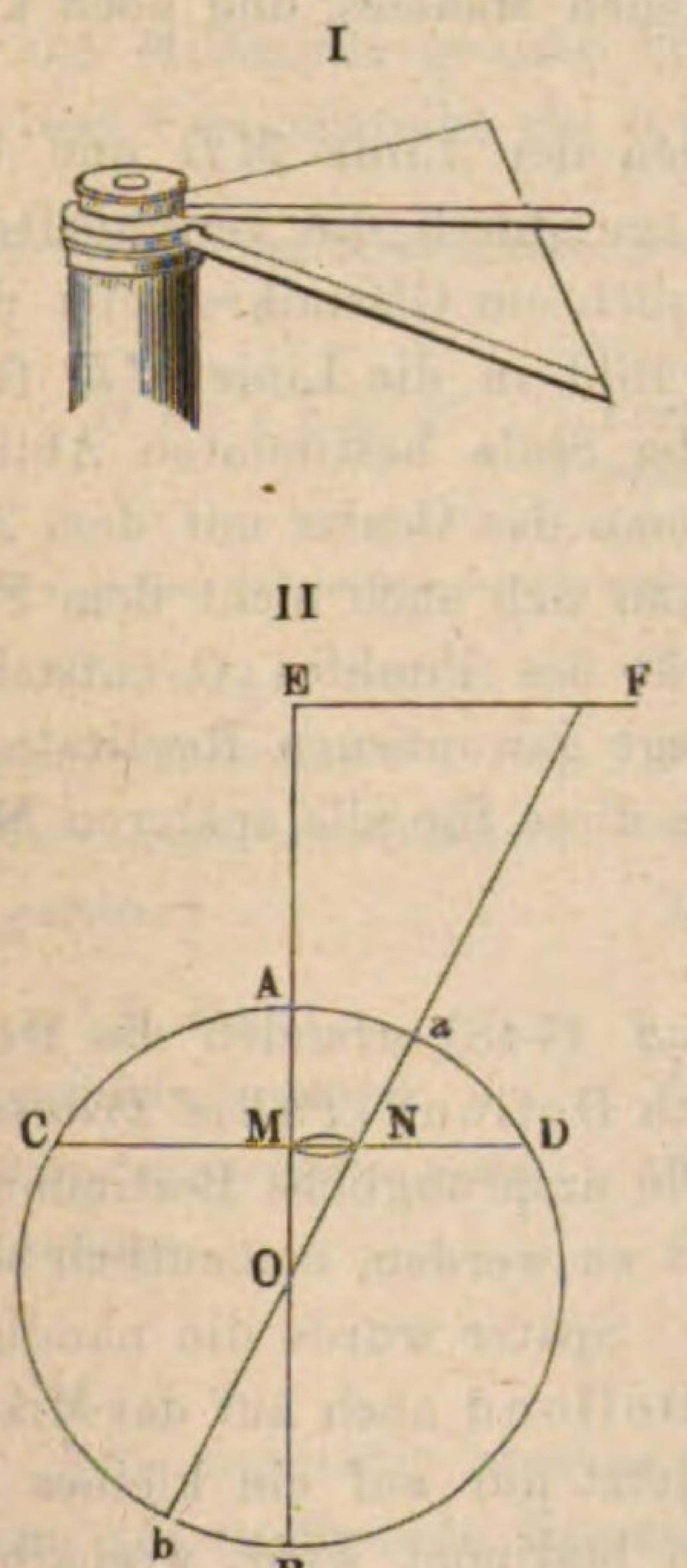
dargestellt ist. Es fehlt hier der feste Punkt, der aber auch füglich entbehrt werden kann, und die bewegliche Spitze wird durch den Kreuzungspunkt zweier Spinnewebfäden AB und CD ersetzt, die quer über das Diaphragma des Oculares gezogen sind, und die man unter Umständen auch durch Fäden ersetzen kann, welche auf die vorhin erwähnte Weise aus Canadabalsam gebildet werden. Zur Messung des durchlaufenen Winkels dient eine Messingplatte, die die Form eines Kreissectors und eine in Grade getheilte Scala hat. Diese Messingplatte steht mit dem Mikroskoprohre in Verbindung, und ein langer am Ocularrohre befestigter Zeiger bewegt sich über der Theilung, wenn das Ocularrohr umgedreht wird.

Beim Gebrauche dieses Mikrometers muss zuerst, gleichwie bei vielen anderen solchen Instrumenten, der Werth der Scalaabtheilungen gefunden werden, die man mit einem bekannten Maasse vergleicht, etwa mit einem Glasmikrometer, wie es bei II angegeben ist, wo man die Spinnewebfäden in zwei auf einander folgenden Stellungen AB und CD und ab und cd angegeben findet, in die sie kommen, wenn sich der Kreuzungspunkt von dem einen Rande einer Abtheilung zu einem anderen fortbewegt. Hat

man einmal mit hinreichender Genauigkeit den Bogen kennen gelernt, welcher der Länge der so durchlaufenen Sehne entspricht, dann kann man mit Leichtigkeit die Länge jeder anderen Sehne für einen anderen Bogen finden, denn die Sehne jedes Bogens ist gleich dem doppelten Sinus des halben Bogens. Durch eine kleine Rechnung lässt sich somit der Durchmesser jedes zu messenden Objectes finden, welcher der Sehne des Bogens entspricht, die hier durch *MN* ausgedrückt ist, während die punktirte Linie den von *M* durchlaufenen Bogen bezeichnet.

Wenn das ganze Mikroskop gehörige Festigkeit hat, dass beim Umdrehen des Oculares das Object im Gesichtsfelde durchaus keine Veränderung erleidet, dann lassen sich ohne Zweifel mittelst dieser Methode recht genaue Messungen ausführen. Eine nicht zu übersehende Fehlerquelle liegt indessen darin, dass der Durchmesser des zu messenden Objectes immer genau in der Richtung der Sehne des kleinen Bogens liegen muss, und man kein sicheres Merkmal dafür hat, dass sich das Object wirklich in dieser Richtung befindet. Aus diesem Grunde und nicht minder auch wegen der grösseren Einfachheit der Rechnung empfiehlt sich jene Modification des Welcker'schen Mikrometers, welche von Hodgson (*Quart. Journ.* 1856. April XV, p. 211) angegeben wurde, und die in Fig. 208 dargestellt ist. Den Kreissector mit der in Grade eingetheilten Scala ersetzt Hodgson durch eine rechtwinkelige Platte, auf der eine Eintheilung angebracht ist, parallel mit der einen den rechten Winkel einschliessenden Seite. Der Zeiger muss so lang sein wie die Hypothenuse. Bei dieser Einrichtung wird nun nicht mehr die Sehne gemessen, sondern die Tangente, und wenn der kleinere Spinnewebfaden den grösseren, gerade im Durchmesser liegenden, rechtwinkelig kreuzt, dann bezeichnet der erstere die Richtung der Tangente und somit auch die richtige Stellung des Objectes. Kennt man dann die Länge des kleinen Bogens, der durch die Verschiebung des Punktes *M* gebildet wird, und weiss man, wie dieselbe sich zu der Entfernung vom Mittelpunkte des Gesichtsfeldes bis zu der nächsten Abtheilung der Scala verhält, so erhält man den gesuchten Durchmesser durch ein einfaches Regel-

Fig. 208.



Welcker's Mikrometer, von Hodgson verbessert.

detriexempel. In der Figur sei MN das Object, an dessen Rändern der Spinnewebfaden sich successiv in AB und ab befunden hat. Da die Dreiecke EOF und MON einander ähnlich sind, so verhält sich $EO : MO = EF : MN$. Hat man erst die wahre Länge von MO gefunden, indem man ein Glasmikrometer als Object benutzt und das Ocular ein halbes Mal umdreht, so dass der Punkt M successiv an zwei Stellen des Durchmessers kommt, was dadurch erkannt wird, dass der Spinnewebfaden CD mit den Theilungsstrichen parallel ist, dann braucht man nur noch die Länge von OE zu wissen, und man findet die Grösse der in der Linie MD gelegenen Objecte, die von den Schenkeln des Winkels EOF begrenzt werden. Ist EO hundert Mal länger als MO, dann ist der Durchmesser des Objectes gleich $^1/_{100}$ des Maasses, welches durch den Zeiger auf der getheilten Scala angegeben wird. Bei stärkeren Vergrösserungen, wenn MO nur ein kleiner Bruchtheil eines Millimeters wird, ist es vielleicht 1000 Mal in EO enthalten, ohne dass die rechtwinkelige Platte eine ungewöhnliche Grösse bekommt; es entspricht dann z. B. jeder Millimeter der Scala $^1/_{1000}$ Millimeter des gefundenen Maasses, und noch kleinere Theile lassen sich abschätzen.

Dieses Verhältniss zwischen den Theilen der Linie MD und der Scala lässt sich auch auf mehr directem Wege durch die verschiedenen Vergrösserungen bestimmen, indem man nämlich ein Glasmikrometer dergestalt auf den Objecttisch legt, dass sein Bild in die Linie MD fällt. Man erforscht dann, welche Abtheilungen der Scala bestimmten Abtheilungen des Mikrometers entsprechen, wenn man das Ocular mit dem Zeiger umdreht. Bei diesem Verfahren setzt man sich auch nicht dem Fehler aus, der aus der möglichen Excentricität des Punktes O entstehen kann. Werden nämlich die auf solchem Wege gewonnenen Resultate in einer Tabelle zusammengestellt, so lässt sich diese für alle späteren Messungen benutzen.

129 Savery und Bouguer (*Mém. de l'Acad.* 1748) erfanden das Doppelbildmikrometer, welches späterhin durch Dollond (*Philos. Transact.* 1753, p. 167) eine Verbesserung erfuhr. Die ursprüngliche Bestimmung desselben ging dahin, beim Teleskope benutzt zu werden, namentlich sind die sogenannten Heliometer damit versehen. Später wurde die nämliche Einrichtung von Young und vom jüngeren Dollond auch auf das Mikroskop übertragen, aber meines Wissens bis jetzt nur auf ein kleines Instrument, womit die Dicke der Wollenfäden bestimmt wird, weshalb es Eirometer genannt wird.

Es ist ein gewöhnliches zusammengesetztes Mikroskop. Unmittelbar vor dem Objective befindet sich eine planconvexe Linse, die in der Mitte quer durchschnitten ist und deren Hälften mittelst eines Triebes sich über einander verschieben. So lange die beiden Hälften Eine Linse

bilden, hat man von einem davor befindlichen Objecte nur Ein Bild, werden aber durch Umdrehen des Knopfes die beiden Linsenhälften verschoben, so entstehen augenblicklich zwei Bilder, und die Grösse des Objectes hat man in dem Augenblicke, wo die Ränder der beiden Bilder gerade mit einander in Berührung kommen. Diese Grösse wird auf einer Scala abgelesen, welche auf einer durch einen Trieb bewegten Platte eingeschnitten ist; Tausendtel des Zolls sind direct darauf angegeben, und mittelst eines Nonius erkennt man auch noch Zehntausendtel.

Das zusammengesetzte Mikroskop zum Dollond'schen Eirometer ist nicht achromatisch, und da sich eine planconvexe Linse zwischen dem Objecte und dem Objective befindet, so kann es auch nur mässig vergrössern. Ein von mir untersuchtes derartiges Instrument vergrösserte 55 Mal; grosse Genauigkeit ist demnach nicht damit zu erreichen. Das hat sich mir auch durch Vergleichung der auf diesem Wege und durch andere Methoden erhaltenen Resultate, wobei das nämliche Object zehnmal gemessen wurde, bestätigt. Als Object diente aber das erste Mal ein 0,5 Millimeter grosser Abschnitt eines Glasmikrometers, und bei einer zweiten Versuchsreihe ein 0,109 Millimeter dickes Haar.

Object.	Benutzte Vergrösserung.	Grösste Differenz bei den einzelnen Messungen.	Wahrscheinlicher Fehler des gefundenen Mittels.	Wahrscheinlicher Fehler der einzelnen Messung.
1. Glasmikrometer.				
Doppelbildmikrometer . . .	55	$^1/_{196}$ mm	$^1/_{2630}$ mm	$^1/_{148}$ mm
Ocularschraubenmikrometer	68	$^1/_{300}$	$^1/_{4850}$	$^1/_{1502}$
Doppelsehen	46	$^1/_{116}$	$^1/_{1410}$	$^1/_{404}$
2. Haar.				
Doppelbildmikrometer . . .	55	$^1/_{131}$	$^1/_{1730}$	$^1/_{559}$
Ocularschraubenmikrometer	68	$^1/_{449}$	$^1/_{6850}$	$^1/_{2150}$
Doppelsehen	46	$^1/_{231}$	$^1/_{4480}$	$^1/_{1400}$

Wie ungünstig aber auch diese Ergebnisse sind, sie beweisen nichts gegen das zu Grunde liegende Princip, sondern sprechen nur gegen die Methode der Anwendung. Soll sich das Doppelbildmikrometer beim Mikroskope fruchtbar erweisen, so muss die Spaltung des Bildes nicht vor, sondern hinter dem Objective stattfinden. Dann erst wird es möglich, aplanatische Linsensysteme mit kurzer Brennweite dabei zu benutzen. Es sind verschiedene derartige Einrichtungen zu astronomischen Messungen erfunden worden, die man bei W. Pearson (*Introduction to practical*

Astronomy. Lond. 1829) beschrieben und abgebildet findet. Ramsden (*Philos. Transact.* 1779) verfertigte zuerst ein terrestrisches Ocular, das als Doppelbildmikrometer benutzt wurde; es erfuhr dann von Dollond und besonders von Jones Verbesserungen. Besonders wichtig waren aber die Verbesserungen Airy's (*Greenwich Observations* 1840. *Introd.* p. 65). Das nach seiner Anweisung von Simms in London gefertigte Doppelbildmikrometer ist ein terrestrisches Ocular mit vier Gläsern, von denen das dritte, vom Auge an gerechnet, durchschnitten ist. Insofern stimmt es mit dem früheren Instrumente von Jones überein; doch sind die Gläser nach Airy's eigener Theorie gearbeitet. Kaiser (*Natuurkundige Verhandl. d. Kon. Akad.* 1857, VI.) gab einen ausführlichen Bericht über dieses Airy'sche Mikrometer, und fügte Vorschriften hinzu, wie die aus der Krümmung des Gesichtsfeldes entspringenden Fehler beseitigt werden können, die in der Hauptsache mit dem, was ich früher über andere mikrometrische Methoden angegeben habe, übereinstimmen. Ich kenne dieses Mikrometer nicht selbst, zweifele aber nicht daran, dass es mit der nöthigen Modification in der optischen Zusammensetzung auch beim Mikroskope anwendbar ist, und dass es bei gehöriger Einrichtung für ganz genaue Messungen vielleicht vor anderen den Vorzug verdienen mag, wenn nicht etwa die grössere Zahl der Glasoberflächen auf die Schärfe und die Deutlichkeit des Bildes einen schädlichen Einfluss übt. Sein hoher Preis wird aber wohl einer allgemeineren Benutzung hindernd im Wege stehen; denn das nach Airy's Vorschrift gefertigte Instrument kostet 16 Pfund 16 Schilling.

Das Doppelbildmikrometer von Clausen (*Astron. Nachrichten*, Nr. 414) lässt sich vielleicht auch beim Mikroskope benutzen. Die Spaltung des Bildes wird hier durch eine dicke getheilte Glasplatte mit platten parallelen Oberflächen bewirkt. Die Porro'schen Mikrometer, mit denen Secchi in Rom erfolgreiche Versuche angestellt hat (*Comptes rendus* XLI, p. 906), scheinen nichts anderes zu sein als solche Clausen'sche Mikrometer.

Man glaube nicht, dass solche zusammengesetzte Instrumente, wenn sie sich vor anderen durch grössere Genauigkeit der damit bewirkten Messungen auszeichnen, zur mikroskopischen Untersuchung überflüssig sind und überflüssig bleiben werden. Es wird, wenn auch erst nach Jahrhunderten, die Zeit einmal kommen, wo man die ganze Physiologie in mathematischen Formeln abfasst, wie jetzt die Astronomie, und ganz genaue Messinstrumente der verschiedensten Art sind unerlässlich, um diesen Zustand vorzubereiten.

130 Gleich dem Eirometer ist auch der Dickenmesser (*Mensurateur*) von Lebaillif (Chevalier a. a. O. S. 91, Taf. II, Fig. 12) zu technischem Zwecke bestimmt; doch wird damit auf ganz andere Weise gemessen.

Eine mikrometrische Theilung auf Glas kommt nämlich als Object unter das Mikroskop, und auf ein darunter liegendes Glastäfelchen ist mit einem Diamanten ein feiner Strich gezogen. Nun misst man, wie die relative Lage des eingetheilten Maasses über diesem Striche differirt, wenn ein dünner Körper, etwa Papier, zwischen das Ende einer Schraube und ein Knöpfchen kommt, welches mit dem Glastäfelchen mit mikrometrischer Theilung in Verbindung steht.

Zu eigentlichen mikroskopischen Untersuchungen ist indessen ein so eingerichtetes Instrument nur selten zu benutzen, ausser um die Dicke von Deckplättchen zu messen. Dazu aber giebt es noch andere Hülfsmittel, wie wir gleich sehen werden.

Goring (*Micrographia*, p. 52) hat ein mikrometrisches Verfahren angegeben, das in manchen Fällen gute Dienste leisten kann. Er nahm ein 131
6 Zoll langes und 1 Zoll breites Rohr, brachte an das eine Ende ein Perlmutter- oder Haarmikrometer, an das andere Ende aber eine für parallele Strahlen verbesserte achromatische Linse von etwa $^1/_2$ Zoll Brennweite und $^1/_4$ Zoll Durchmesser, oder in deren Ermangelung ein achromatisches Objectiv von einem zusammengesetzten Mikroskope, woran die convexe Seite der Linsen nach unten sieht. Wird dieser Apparat unter dem Objecttische des Mikroskopes befestigt und mit einem Triebe versehen, wodurch die Linse oder das Linsensystem höher oder tiefer gestellt werden kann, so kann man natürlich das Bild des darunter befindlichen Mikrometers gerade ins Gesichtsfeld fallen lassen, wo dann dieses Bild und das Object gleichzeitig scharf gesehen werden. Natürlich muss der Werth der Abtheilungen in dem Bilde vorher genau bestimmt werden, wenn man ein Object damit messen will, und das geschieht am füglichsten durch Vergleichung derselben mit einem anderen Objecte, dessen Durchmesser bereits bekannt ist.

Einen Vortheil bietet diese Messmethode insofern, als sie auch beim einfachen Mikroskope in Anwendung gezogen werden kann. Fürs zusammengesetzte Mikroskop steht sie aber natürlich vielen anderen in der Genauigkeit nach, einmal weil man keine ganz feinen Messungen dadurch erzielen kann, und zweitens weil das durch die Linse erzeugte Bild, mag diese Linse auch noch so gut aplanatisch sein, doch nicht die Schärfe besitzt, wie ein wirkliches Object. Ein Glasmikrometer im Oculare, mit dem man das Nämliche erreichen kann, ist in dieser Hinsicht vorzuziehen.

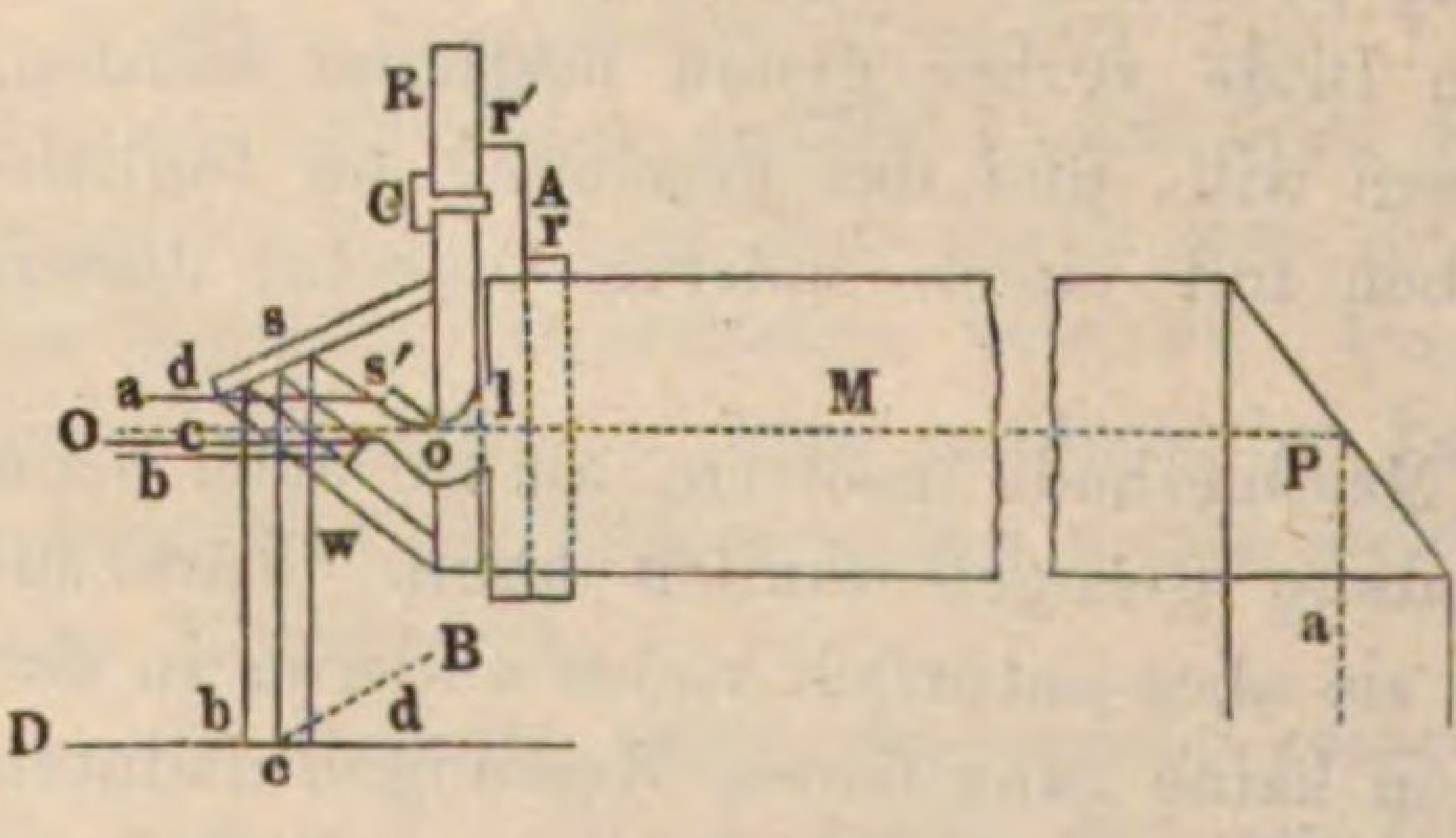
Wenn auch nicht zum Messen, so ist dieses Verfahren doch recht brauchbar zum Zeichnen der Objecte, da es sich mehrfach modificiren lässt, indem man das Gesichtsfeld in vierseitige oder sonst beliebige Felder theilt. Als eine solche häufiger anwendbare Modification ist die Methode anzusehen, die ich oben (II, S. 281) beschrieben habe.

132 Jetzt habe ich noch über eine ganze Klasse mikrometrischer Methoden zu berichten, die alle darauf hinauslaufen, jene durchs Mikroskop geformten Bilder auf Oberflächen ausserhalb des Mikroskopes zu projiciren und hier zu messen, worüber auch Bd. I, S. 188 u. fg. zu vergleichen ist.

Wollaston (Nicholson's *Journal*, Vol. 18, p. 1) erfand 1811 das Instrument, welches er Camera lucida nannte, und schon im folgenden Jahre benutzte es Weickert (Gilbert's *Annal.* Bd. 12, S. 110) beim zusammengesetzten Mikroskope. Im Jahre 1816 fügte Amici seinem katadioptrischen Mikroskope eine andere Art von Camera lucida bei, indem er eine kleine Tafel von dickem Glase mit parallelen Flächen unter einem Winkel von 45⁰ einschob; dadurch wurde der nämliche Zweck erreicht, wie durch Wollaston's Einrichtung, wenn auch nicht in gleich vollkommener Weise, weil die Reflexion hier keine ganz vollständige ist. Im Jahre 1827 brachte dann Amici die früher (I, §. 183) beschriebene Einrichtung bei seinem katadioptrischen Mikroskope an, die sich insofern wesentlich von der ersteren unterscheidet, als das Auge in der gleichen Richtung sieht, welche das Mikroskoprohr hat, und nicht senkrecht auf dieses gerichtet ist.

In der Hauptsache stimmt damit jenes Instrument, welches Hagenow mit dem etwas prahlerischen Namen Dikatopter belegte, und das in Fig. 209 im Durchschnitte dargestellt ist. Dasselbe wurde von H. Emsmann (Poggendorff's *Annal.* 1853, Bd. 88, S. 262) ausführlich beschrieben. Zuerst war es nur dazu bestimmt, Objecte genau nachzuzeichnen, die gar nicht oder doch nur wenig durch eine Lupe vergrössert wurden; später hat er es aber auch für das zusammengesetzte Mikroskop eingerichtet. (Karl B. Heller: *Das dioptrische Mikroskop.* Wien 1856, S. 51.) Von der früheren Amici'schen Einrichtung unterscheidet sich dieses Instrument häuptsächlich dadurch, dass das Prisma durch einen Glasspiegel ersetzt ist, der überdies nicht unter, sondern über dem durchbohrten Spiegelchen sich befindet. Das Spiegelchen *s* ist unter einem Winkel von 65⁰ vor dem Oculare aufgestellt. Gegenüber demselben, gleich vor dem Ocularrohre *l*, ist ein durchbohrtes kreisrundes Metallspiegelchen *s'* unter einem Winkel von 17⁰ befestigt. Beide Spiegel sind gegen seitlich einfallendes Licht durch passend angebrachte Wandungen *w* geschützt und an den beweglichen Ring *R* befestigt. Durch *r* und *r'*

Fig. 209.



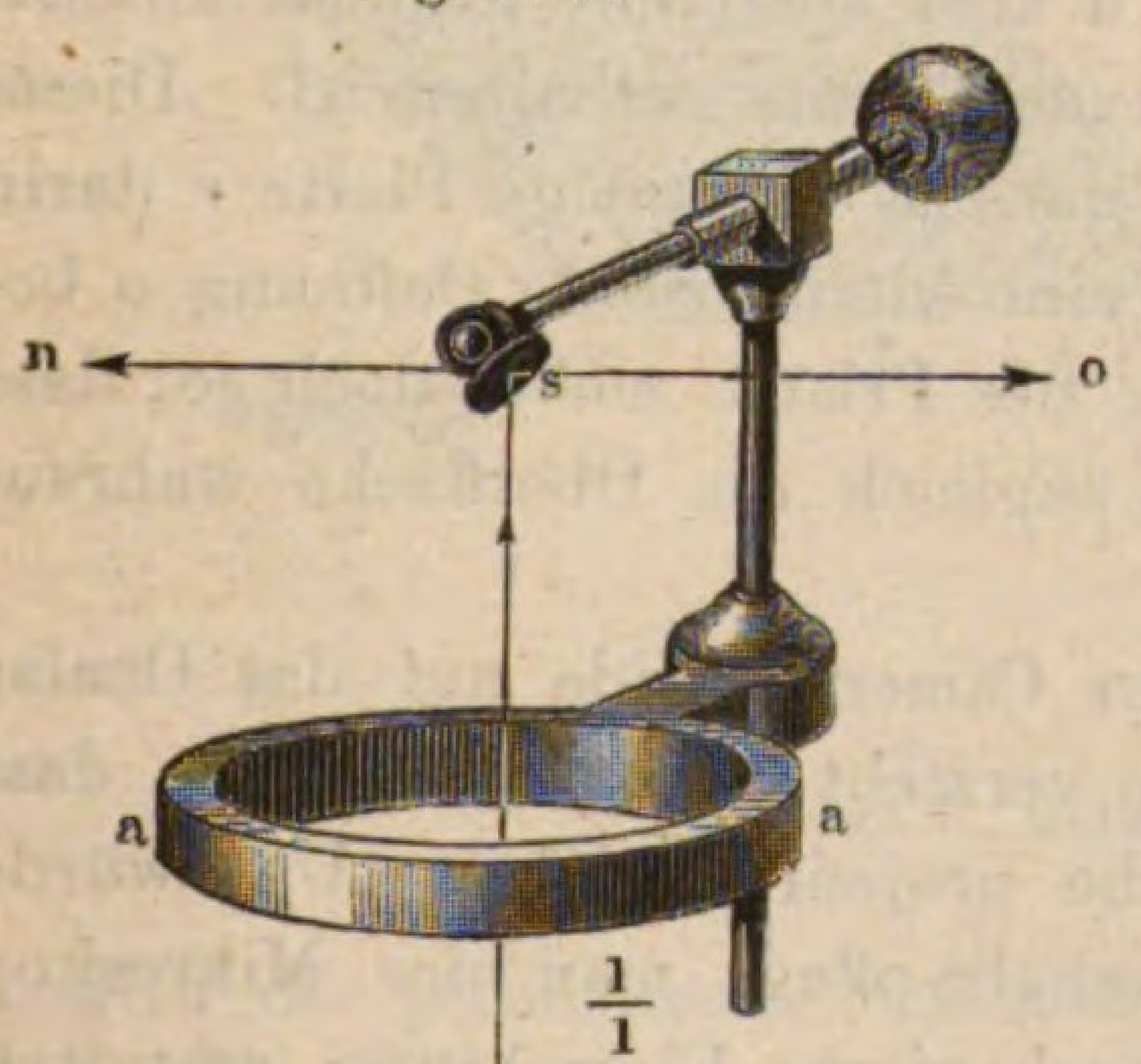
Hagenow's Dikatopter.

ist der Apparat an das Rohr M angeheftet. Der Ring r' trägt überdies die vierseitige Säule A, um mittelst der Schraube C dem Apparate die nöthige Beweglichkeit geben zu können. Das Auge des Beobachters, das sich bei O befindet, empfängt direct durch die kleine Oeffnung o die vom Prisma P reflectirten Strahlen des Gesichtsfeldes und gleichzeitig auch jene von dem Papierblatte D und vom Bleistifte B. Denn die von hier ausgehenden Strahlen b, c, d werden zuerst durch den grossen Spiegel s reflectirt, erleiden dann auf dem kleinen durchbohrten Spiegelchen s' eine zweite Reflexion und treten so ins Auge ein.

Früher schon, etwa um 1823, hatte der jüngere Sömmerring*) das nach ihm benannte Spiegelchen erfunden, welches zuerst von Fraunhofer angefertigt wurde. Vor mehreren Jahren ersetzte es Oberhäuser durch ein ganz kleines rechtwinkeliges Prisma, das ganz ebenso wirkt, aber wegen der vollständigen Reflexion den Vorzug verdient.

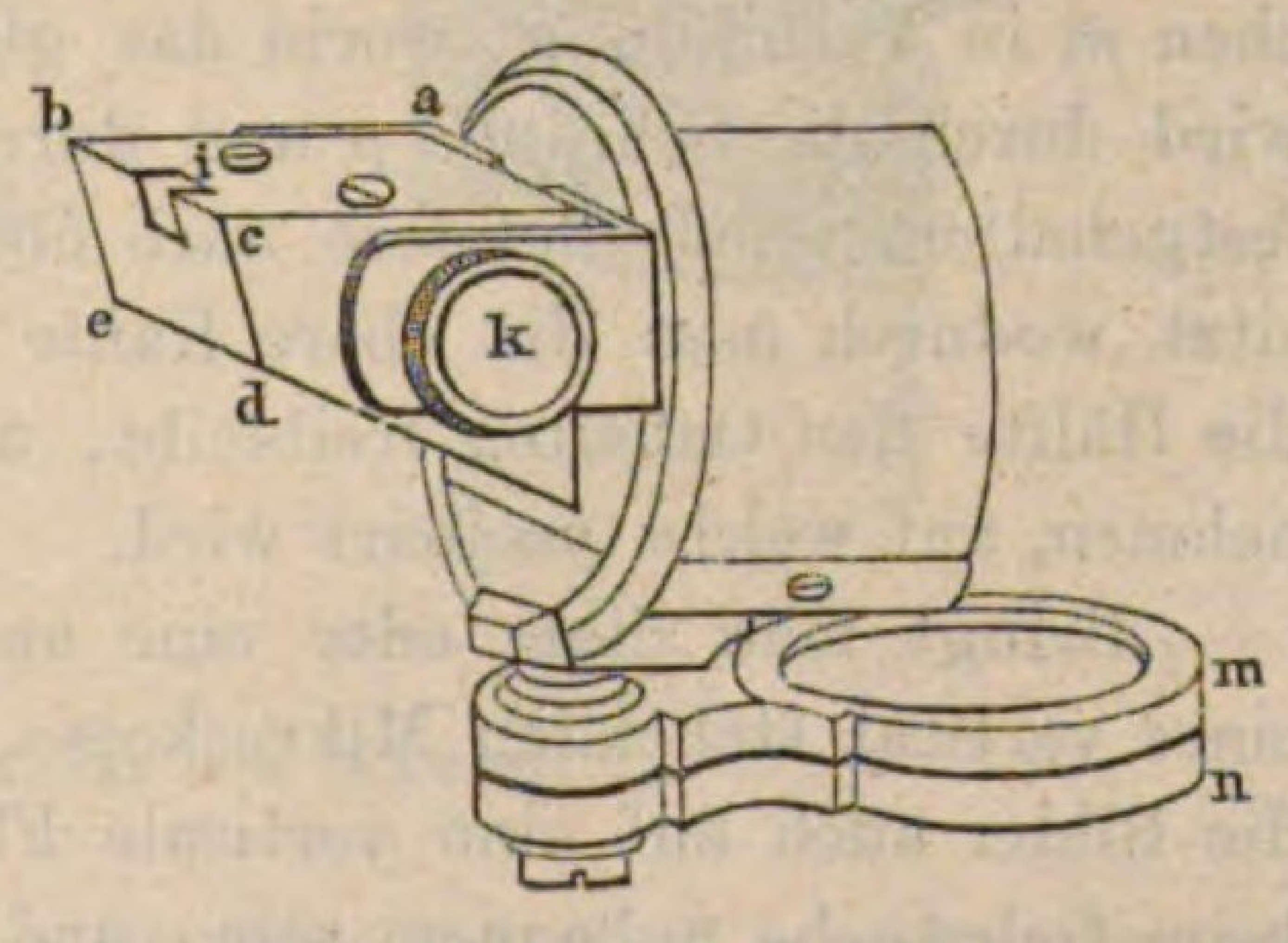
Die Art und Weise, wie man diese verschiedenen katoptrischen und dioptrischen Apparate mit dem zusammengesetzten Mikroskope in Verbindung bringt, läuft im Allgemeinen darauf hinaus, dass sie an ein kurzes Rohr oder an einen Ring angesetzt werden, der ans Ocular passt und sich nach Bedarf wieder wegnehmen lässt. In Fig. 210 ist das Sömmerring'sche Spiegelchen abgebildet, und in Fig. 211 Wollaston's Camera lucida nach Ross. Hier ist das Prisma in das Kästchen *abcde* einge-

Fig. 210.



Sömmerring's Spiegelchen.

Fig. 211.



Wollaston's Camera lucida.

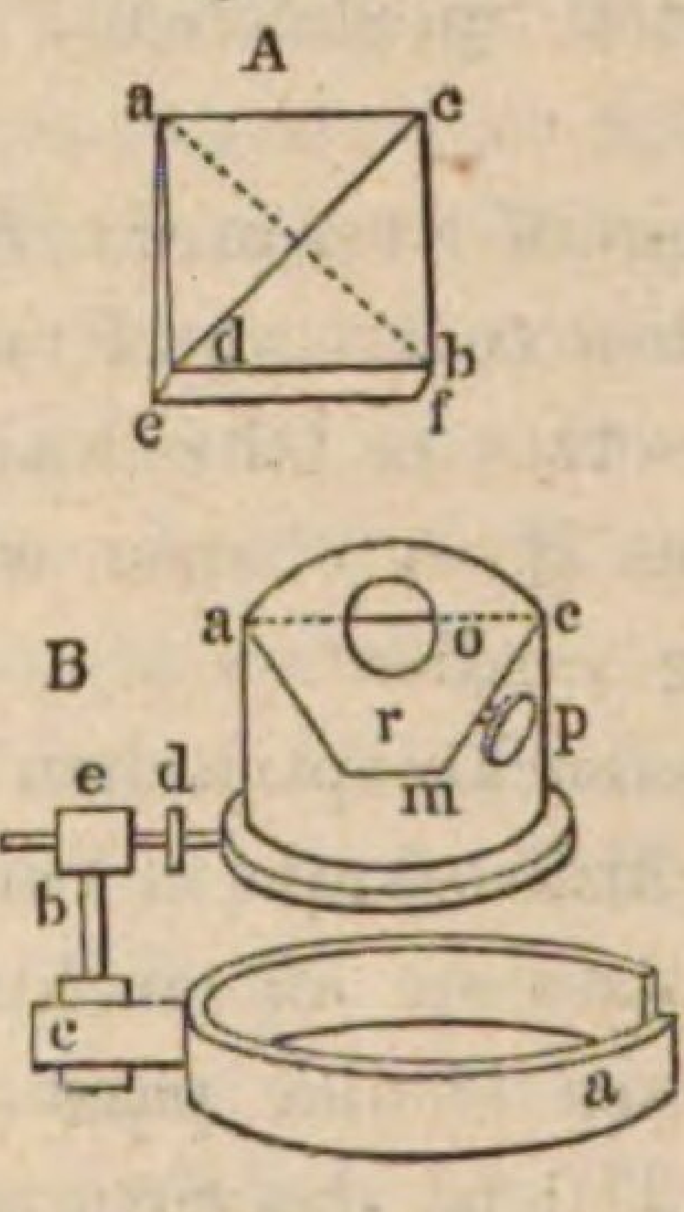
schlossen, das bei i eine kleine Oeffnung fürs Auge hat. Der Knopf k wirkt auf die Axe, woran das Prisma hängt, und vermag somit, dessen Richtung etwas zu verändern. Die grösste Schwierigkeit bei Verwendung eines solchen Instrumentes zum Zeichnen liegt darin, dass der Bleistift und das Bild zu gleicher Zeit scharf gesehen werden sollen; deshalb hat Ross

*) Mit Unrecht bezeichnet R. Wagner (Sömmerring's Leben, S. 156) den berühmten Anatomen als Erfinder; das ergiebt sich deutlich aus dessen Abhandlung: *Ueber das feinste Gefässnetz der Aderhaut.* S. 6.

zwei Linsen *m* und *n* unter das Prisma gebracht, damit die Strahlen des Papiers und des Bleistifts unter dem nämlichen Winkel divergiren, wie jene vom Prisma kommenden; dann werden das Objectbild und der Bleistift gleich deutlich gesehen.

Eine von Nachet angegebene Camera lucida ist Fig. 212 dargestellt. Bei A sieht man ein prismatisches Stück Glas, das ursprünglich die Form eines rechteckigen Parallelepipedums hatte, 10 Millimeter lang, 7,5 Millimeter breit und 12 Millimeter hoch ist. Daran sind zwei dreieckige Flächen geschliffen, nämlich *dac* und gegenüber *acb*. Es sind gleichschenkelige Dreiecke, deren Spitzen sich in *a* und *c* befinden; die Seite *ac* ist ihnen gemeinschaftlich, und sie sind unter einem Winkel von etwa 60° gegen einander geneigt. Die Strahlen treten durch die länglich-vierseitige Fläche *edbf* ein, erreichen die dreiseitige Fläche *abc*, werden hier reflectirt und treten durch die dreiseitige Fläche *dac* wieder nach aussen. Bei B sieht man, wie diese Camera lucida zur Benutzung beim Mikroskope eingerichtet ist.

Fig. 212.



Nachet's Camera lucida.

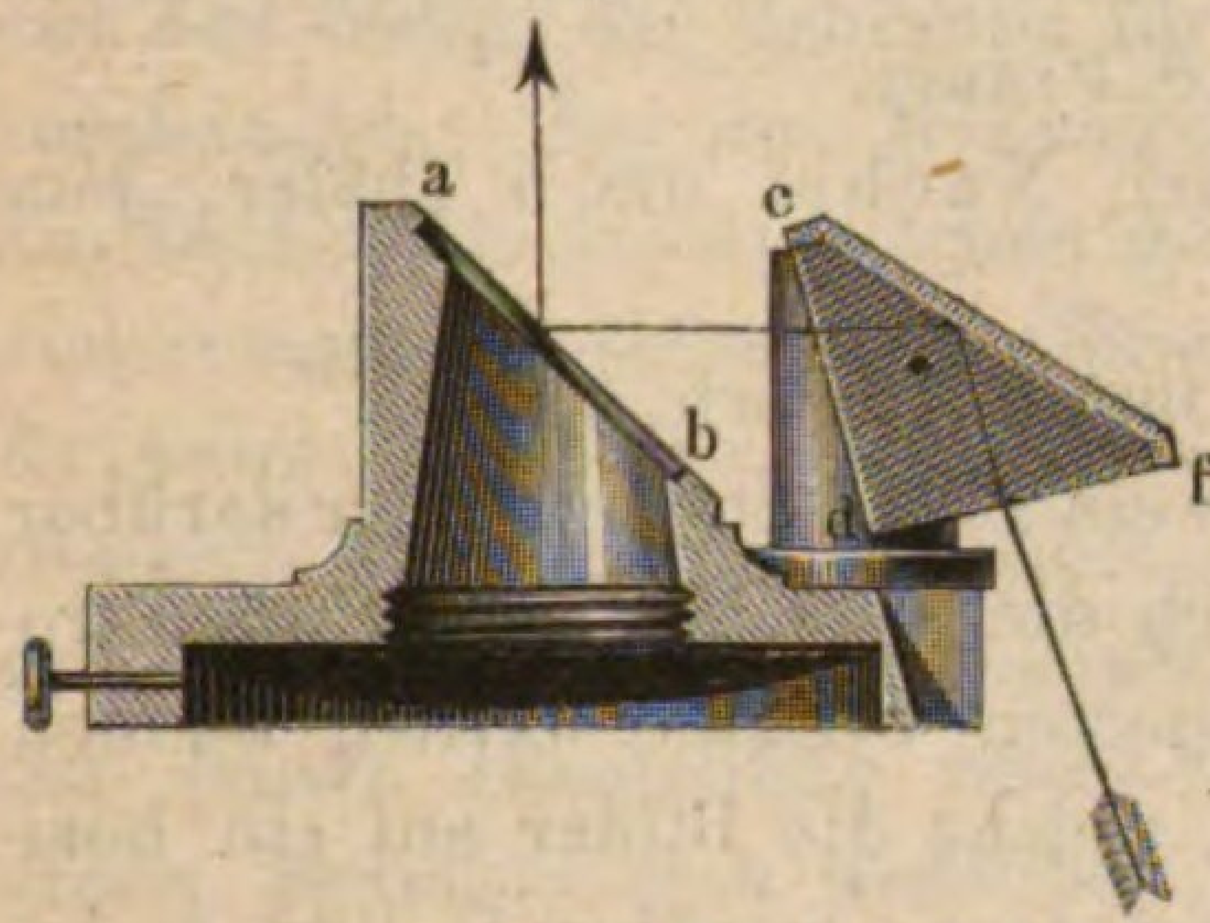
Der Ring *a* passt fürs Ocular; *b* ist eine kleine runde Stange, die sich in *c* dreht, und ebenso dreht sich *d* in *e*; *d* aber steht mit dem Metallkästchen *m* in Verbindung, worin das gläserne Prisma enthalten ist. Dieses wird durch die Schraube *p* und durch die fast dreiseitige Platte *r* darin festgehalten, welche letztere nach oben eine kleine runde Oeffnung *o* besitzt, wodurch man die obere Kante *ac* des Prisma sieht, doch so, dass die Hälfte der Oeffnung freibleibt, um zugleich die Oberfläche wahrzunehmen, auf welche projicirt wird.

Bringt man diese oder eine andere Camera lucida auf das Ocular eines vertical stehenden Mikroskopes, so versteht es sich von selbst, dass die Bilder auch auf eine verticale Fläche projicirt werden. Das würde beim Gebrauche unbequem sein, und deshalb pflegt man das Mikroskop horizontal zu stellen, wenn es dessen mechanische Einrichtung gestattet, oder man benutzt neben den eigentlichen Projectionsmitteln noch ein rechtwinkeliges gläsernes Prisma, wodurch das Strahlenbündel eine horizontale Richtung bekommt.

Das einfachste Hülfsmittel dieser Art, wodurch sowohl die horizontale Stellung des Mikroskopes als das Einschieben eines Prisma überflüssig wird, ist die Camera lucida, deren ich schon früher (I, Fig. 79) gedacht habe. Ich sah sie zuerst am Nobert'schen Mikroskope, wie sie in Fig. 213 abgebildet ist; man kann sie aber auch von Nachet um 25 Francs beziehen. Hier ist *cdf* das um eine horizontale Axe verstellbare Prisma und *ab* eine dünne unter einem Winkel von 45° geneigte

Glasplatte, die über das Ocular kommt. Wer nun hindurchsieht, nimmt gleichzeitig den Bleistift, den Cirkel oder andere Gegenstände wahr, die sich zur Seite des Mikroskopes befinden. Bei einem vertical stehenden Mikroskope sieht man also die Hand, welche den Bleistift oder den Cirkel hält, auf dem Tische, der das Mikroskop trägt, zugleich mit dem im Gesichtsfelde befindlichen Objecte. An dieser so einfachen und bequemen Vorkehrung ist nur das zu tadeln, dass wegen der unvollkommenen Reflexion an der Oberfläche des schiefstehenden Glasplättchens nur wenige Strahlen von den zur Seite des Mikroskopes befindlichen Objecten ins Auge gelangen. Indessen weiss ich aus Erfahrung, dass sie gleichwohl für die meisten Fälle ausreichend ist.

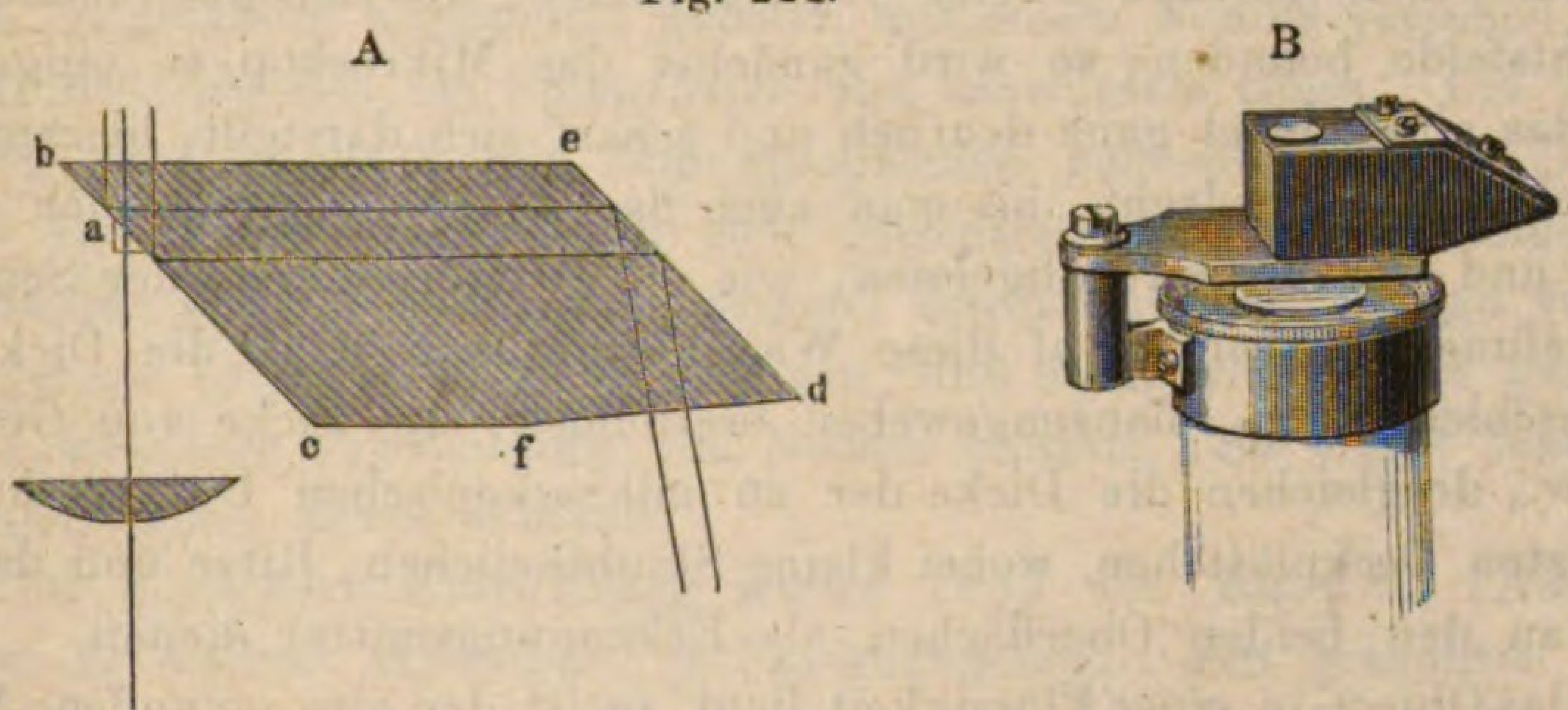
Fig. 213.



Nobert's Camera lucida.

Noch besser kommt man zum Ziele mit der Camera lucida, wie sie Nachet seit 1860 einrichtet, und die in Fig. 214 dargestellt ist. Durch

Fig. 214.



Neuere Camera lucida von Nachet.

A wird die prismatische Reflexion der Strahlen erläutert, worüber bereits früher (I, S. 191) gehandelt worden ist; durch B aber erhellt, wie das von einer Hülse umschlossene Prisma über das Ocular kommt.

Die mancherlei Hülfsmittel waren beim zusammengesetzten Mikroskope schon viele Jahre in Gebrauch gewesen, als Chevalier (*Annales des Sc. natur.* 1836. 2. Série, V, p. 116) die Camera lucida auch beim einfachen Mikroskope in Anwendung zog. Er brachte es dabei in die horizontale Stellung. Aber noch im nämlichen Jahre wurde dies von Milne Edwards und Doyère (*Comptes rendus.* 1836, Febr. 8) verbessert: über die Linse des verticalen Mikroskopes brachten sie unter einem Winkel von 45⁰ einen flachen Spiegel, und gegenüber einen zweiten damit parallelen, worin das Auge das reflectirte Bild erblickt und auf ein

darunter liegendes Papier projicirt. Selbstverständlich ist diese Vorrichtung auch beim zusammengesetzten Mikroskope anwendbar.

Die neuere Camera lucida Nachet's kostet 25 Francs, die ältere für Horizontalstellung des Mikroskopes 18 Francs.

Zeiss liefert die Camera lucida nach Nachet um 5 Thaler, jene nach Nobert um 6 Thaler.

Bei Bénèche ist die Camera lucida mit 5 Thalern notirt.

Bei den englischen Optikern kostet sie ein Pfund Sterling oder darüber.

Endlich erwähne ich noch, dass auch die verschiedenen Bildmikroskope zum Messen und Zeichnen von Objecten benutzt werden können, namentlich aber die tragbaren Apparate, welche die Bilder auf ein horizontales mattes Glas oder auf Papier projiciren, worüber S. 288 u. fg., sowie Bd. II, S. 278 nachzusehen sind.

133 Bei allen Mikroskopen, deren feine Einstellung mittelst einer Schraube bewirkt wird, kann man auf deren Knopf eine Theilung einschneiden und in verticaler Richtung messen, ganz so, wie man mit dem gewöhnlichen Schraubenmikrometer in horizontaler Ebene misst. Will man z. B. den verticalen Abstand zweier Objecte wissen, die sich übereinander im Gesichtsfelde befinden, so wird zunächst das Mikroskop so eingestellt, dass das eine Object ganz deutlich und scharf sich darstellt, hierauf aber die Schraube umgedreht, bis man auch das andere Object gleich scharf sieht, und alsdann wird abgelesen, wie viele Umdrehungen der Schraube stattgefunden haben. Auf diese Weise kann man z. B. die Dicke der Zellenschichten in Pflanzengeweben bestimmen, die Dicke von Gefässen u. s. w., desgleichen die Dicke der zu mikroskopischen Untersuchungen benutzten Deckplättchen, wobei kleine Staubtheilchen, Ritze und dergleichen an den beiden Oberflächen als Erkennungsmittel dienen. Wenn aber das Object in einer Flüssigkeit liegt, so ist der also gefundene Werth nicht der wahre, vielmehr erfordert der Einfluss des Brechungsvermögens der Flüssigkeit auf den Gang der Lichtstrahlen eine Correction, worüber früher (II, S. 271 u. fg.) ausführlicher gehandelt worden ist.

An diese Anwendung der Schraube scheint zuerst Dakin (*Philos. Magaz.* IV, pag. 429) im Jahre 1828 gedacht zu haben, von dem auch die Bezeichnung Focimeter herrührt. Einige Jahre später bekam nach Solly's Vorschlag das Mikroskop, welches Ross für Valentine lieferte, ebenfalls ein solches Focimeter. Die Schraube hatte 50 Gänge auf den Zoll und das Zeigerblatt war in hundert Theile getheilt, d. h. jede Abtheilung desselben war = $^1/_{5000}$ Zoll oder etwa 0,005 Millimeter.

Ohne davon zu wissen, kam ich 1838 auf die nämliche Idee. Ich versah mein bereits beschriebenes einfaches Mikroskop, bei dem geschmolzene Glaskügelchen als Vergrösserungsgläser dienten, mit einem solchen Focimeter; die Schraube hatte auf 18 Millimeter Länge 30 Gänge

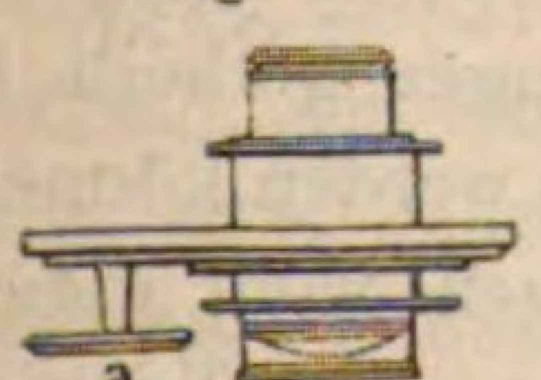
und das Zeigerblatt war in 100 Theile getheilt, so dass also jede Abtheilung 0,006 Millimeter gleichkam.

In neuerer Zeit ist es in England allgemein in Gebrauch gekommen, auf den Knopf der Schraube für die feine Einstellung eine Theilung einzuschneiden. Bei den Mikroskopen von Smith und Beck wird dadurch die Dicke der Deckplättchen gemessen, unter Berücksichtigung der Veränderungen, welche das Objectiv demgemäss (S. 213) erleiden muss. Pritchard und Powell haben auch solche Focimeter bei ihren Mikroskopen; die Schraube ist dabei mit einer geneigten Fläche in Verbindung gesetzt, wodurch die Objectplatte gehoben wird. Die geneigte Fläche zur feinen Einstellung reicht aber bis auf Lyonet zurück (S. 54); dieser bediente sich derselben, freilich auf etwas rohere Weise, schon bei seinem Dissectionsmikroskope. Es versteht sich von selbst, dass hier alle die zahlreichen Modificationen zur feinen Einstellung ebenfalls zulässig sind.

Endlich ist auch noch der Goniometer zu gedenken. Brewster 134
(*New. Instr.* p. 110) hat zuerst im Jahre 1813 ein Mikroskop beschrieben, das ausdrücklich zu Winkelmessungen bestimmt war. Das Ocular ist in eine eingetheilte Kreisplatte gefasst, mit einem Nonius versehen, und darüber befindet sich ein Spiegelchen von schwarzem Glase. Die Kreistheilung wird zugleich mit dem Spiegelchen gedreht, bis die Linien, welche den Winkel bilden und sich gleichzeitig im Gesichtsfelde des Mikroskopes und im Spiegelchen zeigen, zusammen eine einzige verlängerte gerade Linie darzustellen scheinen, und dann wird weiter gedreht, bis die nämliche Erscheinung von Neuem eintritt. So erhält man die verlangte Grösse dieses Winkels.

Eine einfachere Einrichtung wurde 1833 von Raspail (*Nouveau Système de Chimie organique*, p. 53) angegeben. Ein getheilter Kreis wird auf Leim (sogenanntes Glaspapier) gravirt, in den Focus des obersten Oculares gebracht, und darüber wird ein Faden in der Richtung des Durchmessers gespannt. Auf das bewegliche Rohr dieses obersten Oculars kommt ein im Inneren geschwärztes Futteral von Pappe, worin ebenfalls ein Faden befestigt ist, so dass die beiden Fäden einander decken können, sich aber unter einem Winkel kreuzen, sobald das oberste Ocular herumgedreht wird.

Fig. 215.



Chevalier's Goniometer.

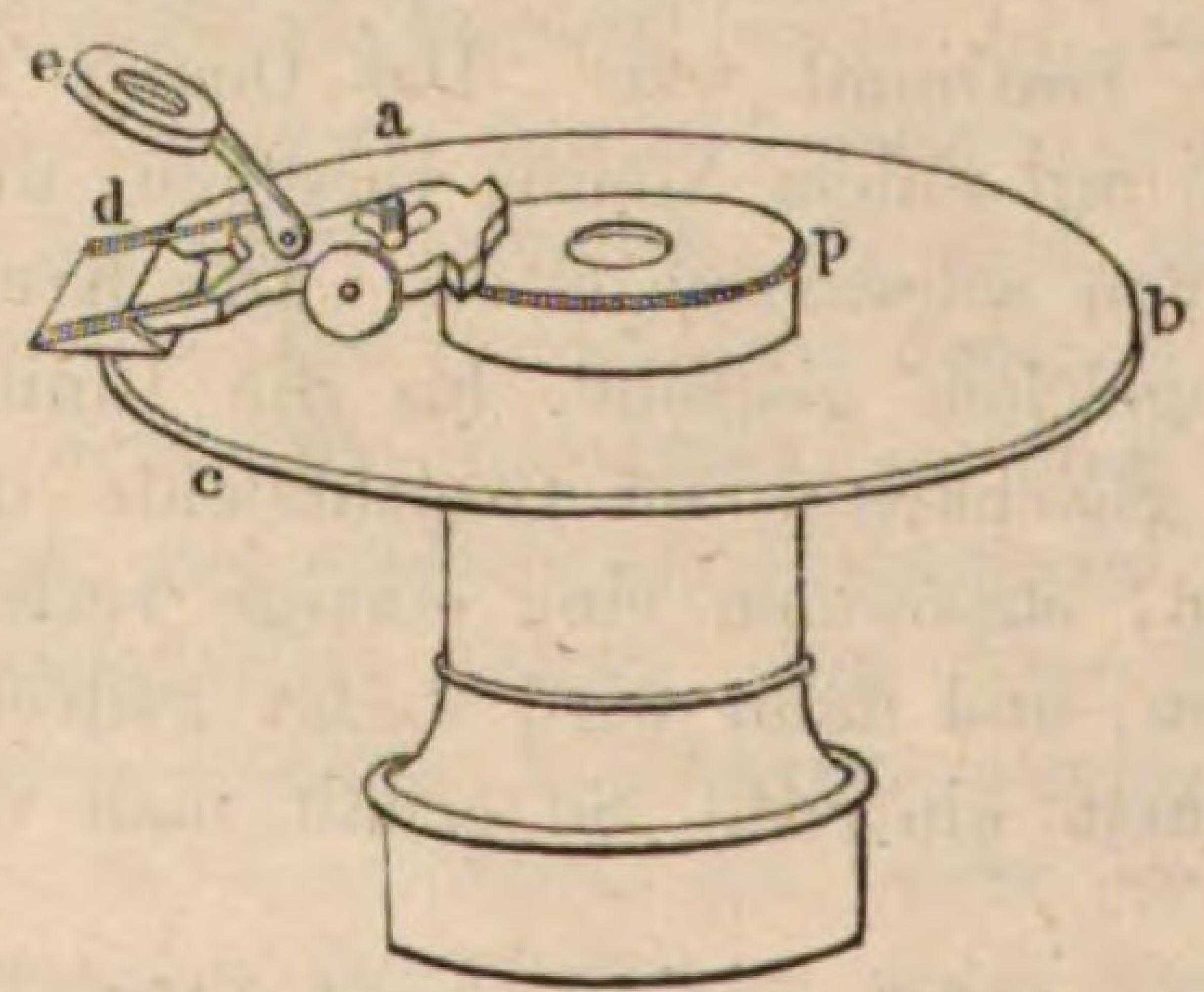
Diese jedenfalls unvollkommene Einrichtung wurde durch Chevalier verbessert, der nach dem nämlichen Principe das in Fig. 215 abgebildete Goniometer construirte. Es sind zwei kreisrunde Glasplatten, jede mit einem durch den Diamanten gezogene Striche in der Richtung des Durchmessers. Die eine Platte ist unbeweglich im Focus des obersten Ocu-

lares, die zweite aber befindet sich unmittelbar über der ersteren, in einen in Grade getheilten Ring gefasst, der im Umfange mit Zähnen versehen ist. Da hinein greifen die Zähne eines kleinen Rades zur Seite des Oculares, welches durch den Knopf *a* herumgedreht wird.

Eine ganz genaue Messung ist aber auch mit Chevalier's Goniometer noch nicht möglich. Weit besser kommt man zum Ziele durch zwei andere Methoden, die darin mit einander übereinkommen, dass im Oculare ein Spinnewebfadenkreuz angebracht ist. In den Kreuzungspunkt kommt die Spitze des Winkels, den man messen will, so dass der eine Schenkel des Winkels mit dem einen Faden zusammenfällt. Wird dann entweder das Ocular oder der Objecttisch um seine Axe gedreht, bis der andere Schenkel mit dem nämlichen Faden zusammenfällt, so hat man natürlich durch den beschriebenen Drehungsbogen den Winkel gemessen.

Carl Schmidt (*Untersuchungsmethode der Säfte und Excrete* 1846, S. 19) beschrieb nämlich 1846 das in Fig. 216 dargestellte Goniometer.

Fig. 216.



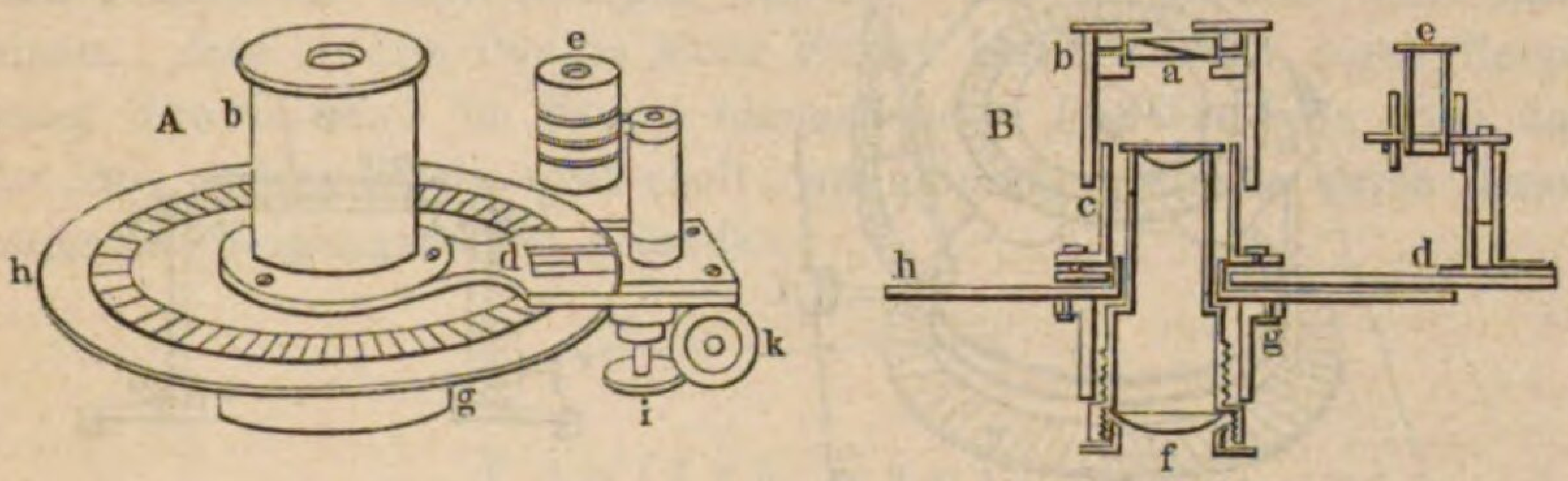
C. Schmidt's Goniometer.

Ein in $^1/_3$ Grade getheilter Kreis *abc* ist am Körper des Mikroskopes befestigt. Ein Nonius *d*, über dem behufs der besseren Ablesung noch eine planconvexe Linse *e* angebracht ist, steht mit dem Rande des Oculares *p* in Verbindung, worin sich ein Fadenkreuz befindet. Einen zweiten Nonius könnte man gegenüber dem ersten anbringen, wenn der Kreuzungspunkt nicht ganz genau in der Axe liegt; Schmidt hält aber einen solchen nicht für nöthig, wenn das Instrument sorgfältig gearbeitet ist, da er mit seinem Schiek'schen Mikroskope den möglichen Fehler, auch ohne diesen zweiten Nonius, nicht viel über 20 Secunden hinausgehend fand. — Die andere derartige Einrichtung findet man an Pacini's Mikroskope (S. 175) und an den grösseren Brunner'schen Mikroskopen. Bei beiden ist der runde drehbare Objecttisch in Grade und Unterabtheilungen getheilt, so dass mittelst eines Nonius auch noch die Minuten abgelesen werden können.

Theoretisch betrachtet sind diese beiden Einrichtungen wohl gleich zweckmässig. Indessen gebe ich doch der Schmidt'schen den Vorzug, da man, wenn das Ocular sich um seine Axe dreht, die Spitze des Krystalls weit leichter gerade im Kreuzungspunkte der Fäden behält. Auch erfolgt die Vergrösserung der Bewegung blos durchs Ocular und jede Bewegung des Objecttisches wird immer in stärkerer Vergrösserung wahrgenommen, weil das Objectiv ebenfalls mitwirkt.

Noch genauere Messungen scheint aber das Goniometer zu liefern, welches Leeson im Jahre 1846 der *British Association* in Southampton vorlegte, und welches in Fig. 217 bei A in perspectivischer Zeichnung, bei B im Durchschnitte dargestellt ist. Der Winkel wird hier durch

Fig. 217.



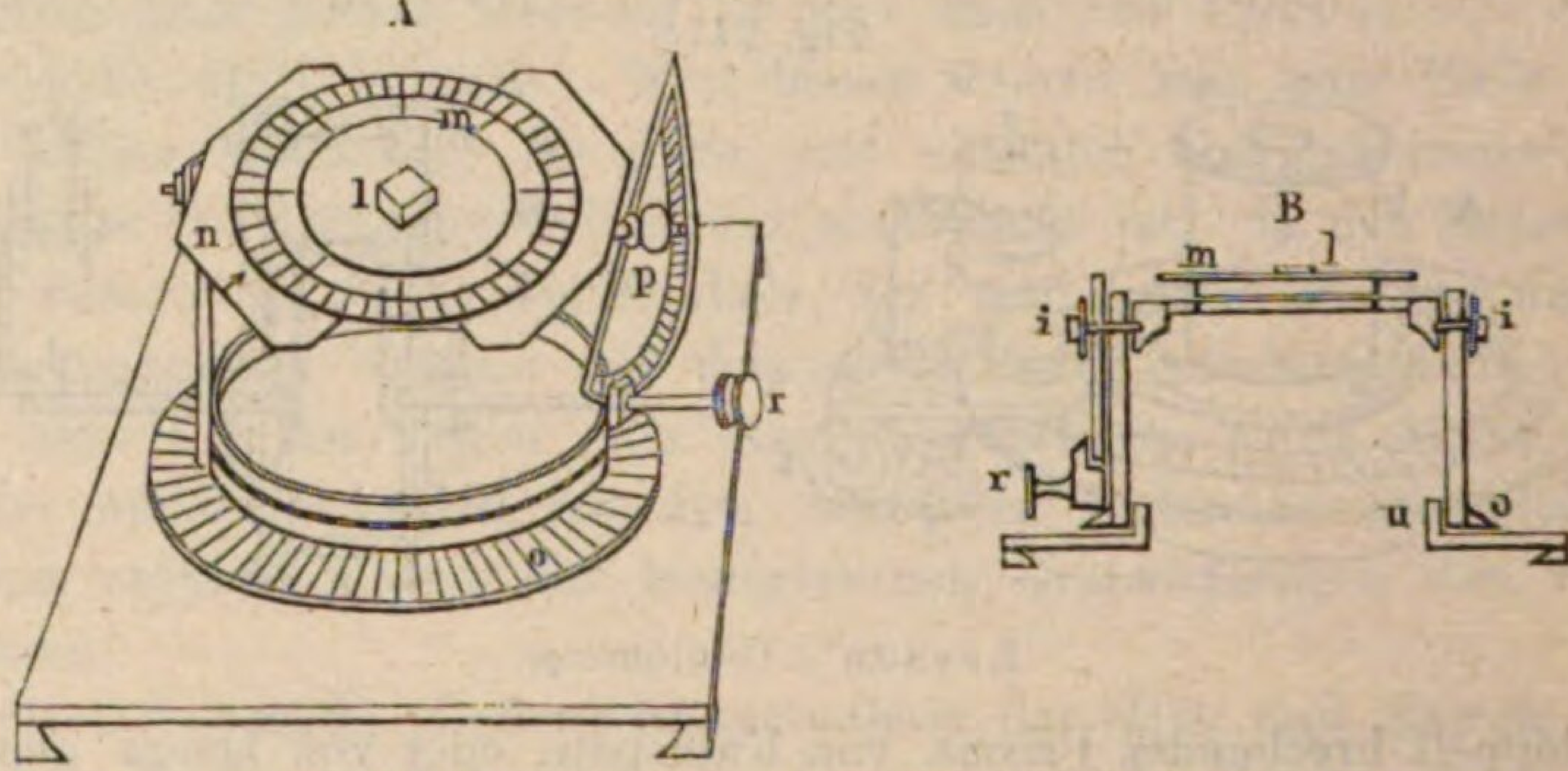
Leeson's Goniometer.

ein doppelt brechendes Prisma von Kalkspath oder von Quarz gemessen, welches so dick ist, dass die Bilder des zu messenden Winkels nur theilweise von einander getrennt sind. Bei *a* befindet sich ein achromatisches Kalkspathprisma, statt dessen man aber auch das Rochon'sche Quarzprisma nehmen kann; *b* ist das messingene Rohr, in welches das Prisma gefasst ist, mit einer runden Oeffnung über der Oeffnung des Oculares. Das Rohr *b* hat eine straffe Bewegung um das Rohr *c*, woran der Arm *d* sitzt, mit einem Nonius für den in Grade eingetheilten Kreis *h*. Dieser Kreis umgiebt das Ocular *f*, dessen Rohr in ein zweites Rohr *g* geschraubt wird. Letzteres schliesst genau ans Mikroskoprohr an. Der Nonius hat eine Klemmschraube *i* und eine Einstellungsschraube *k*. Ausserdem enthält das kleine Rohr *e* eine Lupe zum Ablesen.

Leeson hat auch noch einen besonders eingerichteten Objecttisch, um einen auf ein Glastäfelchen befestigten Krystall in die Stellung zu bringen, wobei die Messung am besten auszuführen ist. Derselbe ist Fig. 218 (a. f. S.) dargestellt, und zwar bei A in perspectivischer Zeichnung, bei B im Durchschnitte. Der Krystall kommt auf das Glastäfelchen *l*, welches in den Ring *m* passt, und dieser passt selbst wieder in den Ring *n*. Für grössere Krystalle kann auch ein Ring mit drei Schrauben genommen werden, zwischen deren mit Kork belegten Enden der Krystall eingeklebt wird. Am Ringe *n* sitzt eine halbkreisförmige Platte *p*; diese dreht sich um zwei Schrauben *i i*, welche durch zwei senkrecht stehende Stangen gehen, so dass sie durch die Klemmschraube *r* die verschiedensten Neigungen bekommen kann. Die Platte *p* kann in Grade getheilt sein und dann auch dazu dienen, die Neigung der optischen Axen bei polarisirtem Lichte zu bestimmen. Es lässt sich *m* nicht blos in allen Richtungen innerhalb *n* herumdrehen, und durch den Halbkreis *p* unter allen Winkeln neigen, sondern es lässt sich auch der ganze Ring *o*, in welchen die verticalen Stangen eingefügt sind, um das kurze Rohr *u* auf der Platte *s*

herumdrehen, die auf den Objecttisch des Mikroskopes befestigt wird. Der Ring *o* kann auch eine Gradeintheilung bekommen, wodurch er bei Untersuchungen mit polarisirtem Lichte benutzbar wird.

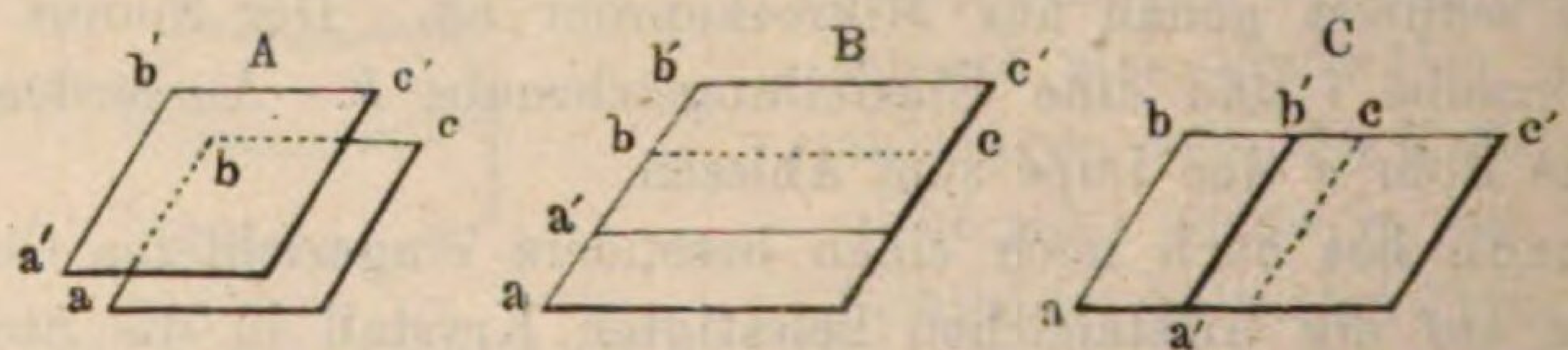
Fig. 218.



Objecttisch zu Leeson's Goniometer.

Betrachtet man daher einen Krystall durch das Prisma des Goniometers, so hat man beim Umdrehen des Prisma zwei Bilder desselben, die sich auf verschiedene Art decken können, z. B. so wie in Fig. 219 bei A. Soll dann der Winkel *abc* gemessen werden, so kommt der Nonius erst auf Null und wird hier festgeklemmt. Dann dreht man das Rohr *b* mit dem Prisma, bis die Linien, welche die eine Seite des Winkels bilden,

Fig. 219.



Stellung der Bilder mit Leeson's Goniometer.

in beiden Bildern zusammenfallen, gleich *ab* und *a'b'* in B. Hierauf wird der Nonius gelöst und über den eingetheilten Kreisbogen gedreht, bis die beiden Linien, welche die andere Seite des Winkels bilden, ebenfalls zusammenfallen, gleich *bc* und *b'c'* in C. In dem also durchlaufenen Bogen hat man das Maass des Winkels oder seines Complementes nach der Richtung, in welcher der Nonius bewegt wurde.

Ferner beschrieb Highley 1856 ein Mikroskop, welches ausdrücklich zu krystallographischen Untersuchungen bestimmt und mit mancherlei dazu dienenden Hülfsmitteln ausgestattet ist, wovon schon S. 238 die Rede war.

Zenger (*Mikroskopische Messungen der Krystallgestalten einiger Metalle* in: *Sitzungsber. d. Kais. Akademie in Wien* XLIV. 2. Abth. Heft III.) ermittelt die Form kleinerer Krystalle in der Weise, dass er mittelst eines Objecttisch-Schraubenmikrometers die Länge der Seiten oder Kanten

bestimmt, nachdem die zu messende Seite senkrecht zur optischen Axe gestellt wurde, und hieraus die Grösse der Winkel berechnet.

Ferner beschrieb G. Wertheim in einer Sitzung der Wiener Akademie (16. Jan. 1862) einen Apparat, womit mikroskopische Objecte in der Dickenrichtung gemessen werden können, und den er auch zu krystallographischen Bestimmungen benutzt. Das Wesentliche läuft darauf hinaus, dass er drei Punkte einer Fläche bestimmt und durch Berechnung ihre Situation im Raume herausfindet. Das Nämliche wird dann für eine andere Fläche wiederholt, und hierauf ebenfalls durch Berechnung der Neigungswinkel gefunden.

Fünftes Kapitel.

Apparate und Hülfsmittel zum Schutze der Linsen bei mikrochemischen Untersuchungen.

Bei den meisten mikroskopischen Untersuchungen macht es sich 135
nöthig, dass man die Objecte mit durchsichtigen Plättchen bedeckt. Befinden sich die Objecte in einer Flüssigkeit, so schützen diese Plättchen die Linsen zugleich gegen die aufsteigenden Dünste, die sich sonst als Tröpfchen an die Oberfläche der Gläser anlegen würden. Ausserdem wird durch eine solche Bedeckung die Oberfläche der Objecte abgeplattet, was wesentlich dazu beiträgt, die Beobachtung mit mehr Sicherheit und Bequemlichkeit auszuführen, und aus naheliegenden Gründen ist dies um so nöthiger, je stärker die benutzten Vergrösserungen sind.

Als man das Mikroskop erst zu gebrauchen anfing, nahm man allgemein Glimmerblättchen zu dieser Bedeckung, und noch bis vor wenigen Jahren musste man dazu allgemein die Zuflucht nehmen, wenn ganz dünne Deckplättchen nöthig waren. Indessen sind solche Glimmerblättchen selten ganz frei von kleinen Rissen und Sprüngen, und deshalb benutzte ich in früherer Zeit vielfältig das dünne Glashäutchen, welches erhalten wird, wenn man in einer Löthrohrflamme das geschlossene Ende einer Glasröhre erhitzt und dann rasch zu einer grossen Kugel ausbläst. Jetzt kann man dieses Glashäutchen sowohl wie die Glimmerblättchen entbehren, da man sich bei allen Verfertigern von Mikroskopen gläserne Deckplättchen verschaffen kann, die nur $^1/_3$ bis $^1/_7$ Millimeter dick sind, also auch für sehr starke Objectivsysteme sich als hinreichend dünn bewähren.

In England verfertigt Chance in Birmingham dieses Deckglas für mikroskopische Präparate im Grossen, und von den englischen Instrumentenmachern ist es daher auch in grossen Platten zu erhalten, aus denen man sich selbst Deckplättchen von beliebiger Grösse zubereiten

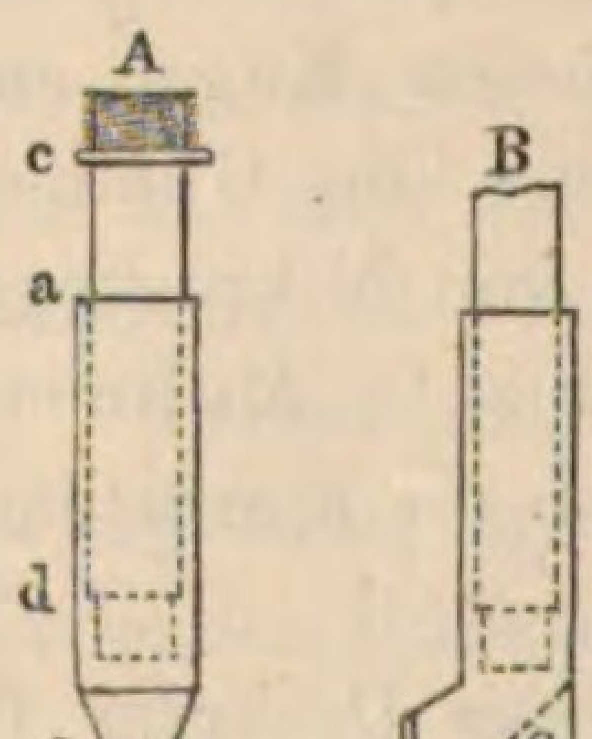
kann. Man muss aber einen Schreibdiamanten dazu nehmen, da ein gewöhnlicher Glaserdiamant das dünne Glas splittert. Vierseitige Deckplättchen schneidet man mit dem Lineal, runde und ovale mit gleichgestalteten Metallscheiben, indem man erst mit dem Diamanten nach der Richtung der Scheibe schneidet, und dann von diesem Einschnitte aus einige strahlenförmige Striche nach aussen führt, um den überschüssigen Rand abbrechen zu können. — Von Beale's Ring zur Anfertigung solcher Deckplättchen ist schon früher (II, S. 68) die Rede gewesen. Oschatz (Dingler's *polytechn. Journ.* 1849, XIII, S. 191) hat ausserdem ein ziemlich zusammengesetztes Instrument zum Schneiden dünner Glasplättchen empfohlen, das aber offenbar ganz überflüssig ist, wenn man statt des Glaserdiamanten einen Schreibdiamanten benutzt.

Mohl (*Mikrographie* S. 164) glaubte im Schönbein'schen durchsichtigen Papier einen passenden Ersatz für die gläsernen Deckplättchen zu finden. Dessen Bereitungsweise war damals noch unbekannt; jetzt weiss man aber, dass es erhalten wird, wenn man Collodium auf eine horizontale, mit Wasser befeuchtete Glasplatte ausgiesst. Ohne Zweifel lässt sich dieses durchsichtige Papier, wenn es gut zubereitet ist und das dazu benutzte Collodium ganz rein und durchsichtig war, zwischendurch anwenden; sicherlich aber wird seine Benutzung immer eine beschränkte bleiben, da es, wenn es auch von Wasser nicht angegriffen wird, gleichwohl der Einwirkung anderer Flüssigkeiten, die bei mikrochemischen Untersuchungen in Anwendung kommen, zugänglich ist.

136 Neben den Deckplättchen hat man späterhin noch Apparate zum Schutze der Linsen erfunden, wenn entweder das Objectiv unter Wasser kommt oder die Wirkung chemischer Reagentien auf die Objecte geprüft werden soll.

So empfahl Goring (*Microsc. Illust.*, p. 55) 1830 zwei kleine in Fig. 220 dargestellte Apparate, die er den geraden und den diagonalen Stiefel oder Protector (*direct and diagonal boot*) nannte. Bei A sieht man den geraden Stiefel, ein kurzes, kegelförmig zulaufendes Rohr *ab*, welches unten durch ein Glasplättchen wasserdicht verschlossen und mit einer längeren Röhre verbunden ist, die an das Mikroskoprohr passt, woran die Objective geschraubt werden. Durch diesen Stiefel werden die Linsen geschützt, wenn sie in Wasser tauchen. Der zweite bei B dargestellte Stiefel ist gebogen, hat aber die nämliche Zusammensetzung, abgerechnet ein Metallspiegelchen oder ein rechtwinkeliges Glasprisma *e*, die unter einem Winkel von 45° angebracht sind; dabei ist der kegelförmige Theil horizontal, so dass man damit Objecte betrachten kann, die sich an der Innenfläche eines Glasgefässes befinden.

Fig. 220.



Goring's Protectoren.

In der gleichen Absicht umgab Raspail (*Chimie organique*, p. 50) das Objectiv mit einer geschlossenen Glasröhre, deren Oberfläche an der Linse anliegt. Raspail benutzte sie vornehmlich, um die Wirkung der Siedhitze auf die Körper zu prüfen, wobei er den Spiegel durch eine Lichtflamme ersetzte. Dazu passt auch eine ganze Glasröhre besser, als der Goring'sche Stiefel, weil die Substanz, wodurch das platte Glastäfelchen an dem Stiefel befestigt wird, durch die Wärme leicht nachgiebt. Zu einer genauern Beobachtung indessen eignet sich das Goring'sche platte Glas besser, weil die gebogene Fläche des Bodens einer Glasröhre immer schädlich wirkt.

Die früher besprochene feuchte Kammer von Recklinghausen's (II, S. 99) ist eine ganz gute Modification dieser Vorrichtung.

Verhältnissmässig wenig scheint mir das kleine rechtwinkelige Prisma von etwa 9 Millim. Höhe zu nützen, welches Merz 1845 bei seinem Mikroskope anbrachte: es wird an das Objectiv angeschraubt, so dass die eine Kathetenfläche einem auf dem Objecttische stehenden Gefässe mit gläsernen Seitenwänden zugekehrt ist. Chemische Reactionen innerhalb dieses Gefässes können dann auf gewöhnliche Weise von der Seite beschaut werden. Einmal aber sind dabei nur schwach vergrössernde Objective anwendbar, weil das Prisma sich immer zwischen dem Objective und dem Gefässe befindet, und zweitens kann die Flüssigkeitsschicht, worin die Reaction stattfindet, hier unmöglich dünn genug sein, dass die darin befindlichen Objecte bei durchfallendem Lichte gehörig gesehen werden können, denn dazu würde künstliches Licht oder ein auf besondere Weise gestellter Spiegel erfordert werden.

Die vollkommenste Einrichtung zu mikrochemischen Untersuchungen bietet das umgekehrte Mikroskop von Chevalier, das später nach den Angaben von Lawrence Smith von Nachet verbessert wurde (S. 236), und das auch noch zu manchen anderen Untersuchungen besser sich eignet, als das gewöhnliche Mikroskop. Nur muss ich bemerken, dass die beigegebenen Apparate, womit die Veränderungen der Körper während des Kochens untersucht werden sollen, sich nur wenig oder gar nicht praktisch bewähren, weil beim Sieden der Flüssigkeit die kleinen darin befindlichen Körperchen keinen Augenblick im Gesichtsfelde und noch viel weniger im Focus des Objectives bleiben, überdies auch der Spiegel bald mit Dampf beschlägt und das Licht nicht mehr gehörig reflectirt.

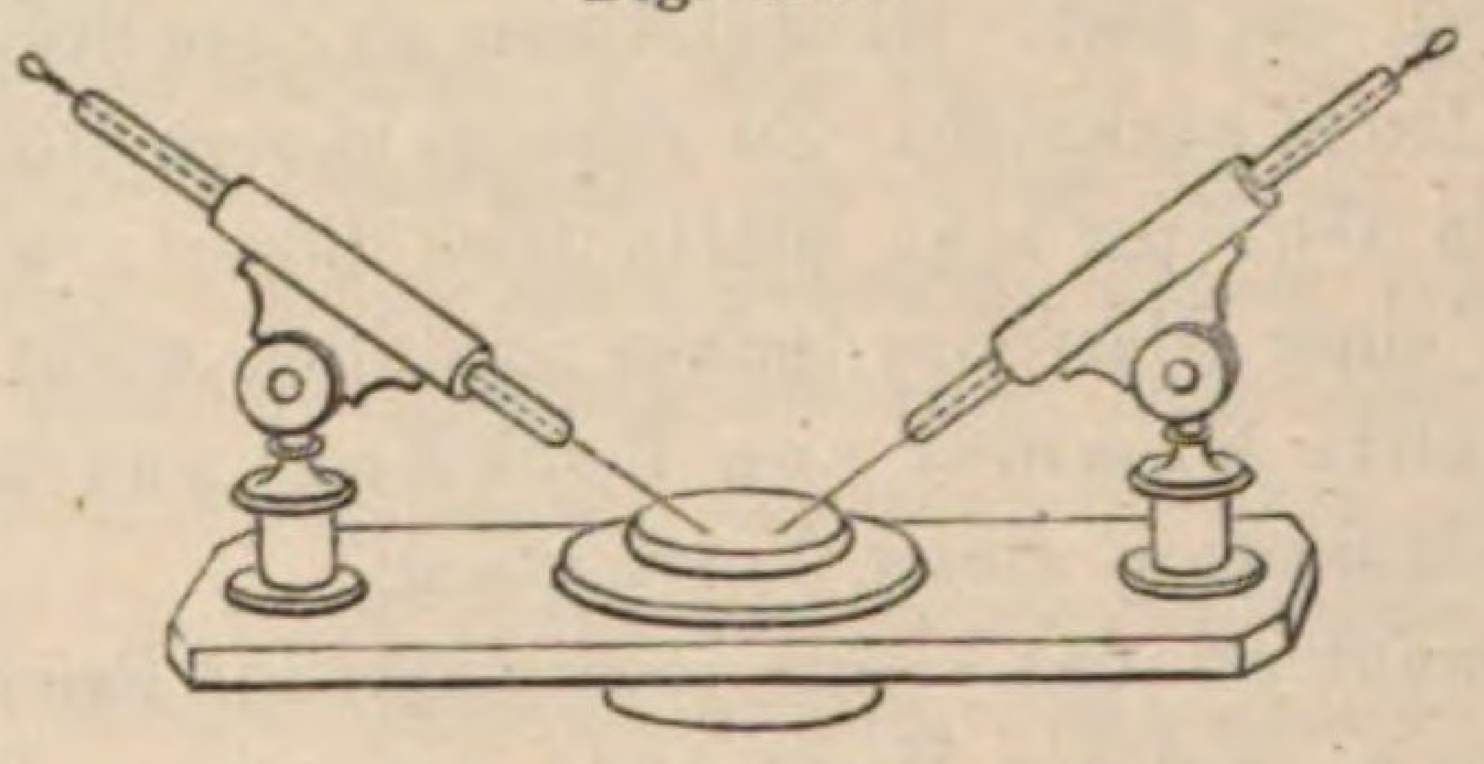
Praktischer ist der heizbare Objecttisch von Max Schultze, in Verbindung mit von Recklinghausen's feuchter Kammer, wovon oben (II, S. 147) die Rede war.

Immer noch sind zu mikroskopischen Untersuchungen die einfachsten Mittel, die bei jedem Mikroskope Anwendung finden können, auch die besten, und bei einiger Vorsicht, zumal wenn man grössere Deckplättchen nimmt, läuft man weniger oder gar keine Gefahr, die Objectivlinsen zu beschädigen, selbst wenn scharfe flüchtige Reagentien in An-

wendung kommen. Die nöthigen Anweisungen dafür sind aber schon im zweiten Bande gegeben worden.

Ich habe hier noch des kleinen Elektricitätsentladers von Plössl zu gedenken, der in Fig. 221 dargestellt ist, und wofür Plössl 5 Gulden Conv.-M. berechnet. Man kann damit die Wirkung der Elektricität auf Objecte prüfen, die sich unter dem Mikroskope befinden. Der kleine Apparat ist nichts anderes als ein gewöhnlicher Entlader im Kleinen; er kann auf den Objecttisch gestellt werden und ist jedenfalls ganz zweckmässig eingerichtet. Allein der einfache, leicht herzustellende Apparat, den ich früher (II, S. 145) beschrieben habe, macht ihn ganz entbehrlich.

Fig. 221.



Plössl's Elektricitätsentlader.

Bei Versuchen über die Veränderungen der Blutkörperchen durch elektrische Entladung benutzte Rollett (*Sitzungsb. d. Kais. Akad. in Wien.* L. 2. Abth. S. 178) diese Einrichtung, mit dem Unterschiede jedoch, dass die Stanniolstreifen bis fast zur Mitte der Glastafel hinreichten. Das Blutströpfchen kam dann in die Mitte, darüber ein Glasdeckplättchen, und so breitete es sich bis zu den Rändern des Stanniols aus.

Sechstes Kapitel.

Werkzeuge zur Anfertigung mikroskopischer Präparate.

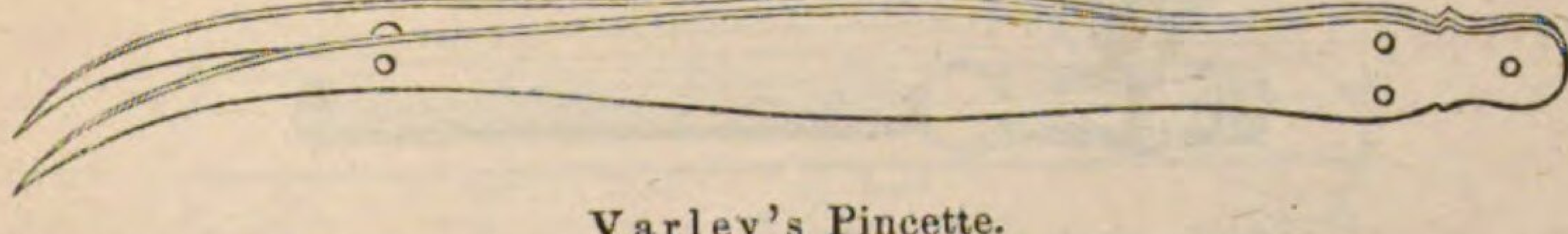
137 Als man das Mikroskop zuerst zu benutzen begann, beschränkte man sich fast darauf, die Objecte so wie sie in der Natur vorkommen, zu untersuchen. Kleine Insecten, die man an eine Nadel spiesste oder zwischen zwei Glimmerblättchen einschloss, wurden am meisten beobachtet. Höchstens brachte man die Flügel, die Beine, die Fühlhörner und ähnliche Theile noch besonders unters Mikroskop. Zu einer anatomisch-mikroskopischen Untersuchung waren die Instrumente, deren man sich für die Zergliederung bediente, zu grob.

Jan Swammerdam (geb. 1637, gest. 1680) wandte zuerst Instrumente an, wie sie die Feinheit der Untersuchung verlangte, und theilweise wenigstens sind seine vortrefflichen Untersuchungen über den inneren Bau der Insecten dadurch mit bedingt. In der Ausgabe der *Biblia naturae*, welche Boerhaave und Gaubius besorgten, findet sich Swammerdam's Leben aus Boerhaave's Feder, und hier wird über seine Instrumente Nachricht gegeben. Ausser dem von Samuel Musschenbroek verfertigten Sectionstische benutzte er ganz feine Scheeren, worin nach Boerhaave sein hauptsächlichstes Geheimniss bestand, und ausserdem hatte er auch kleine Messer und Lanzetten, desgleichen Nadeln, und zwar „so fein, dass sie ohne Vergrösserungsglas nicht geschliffen werden konnten“. Die Eingeweide und die Gefässe blies er mittelst Glasröhrchen auf, die in der Glasbläserflamme in eine ganz feine Spitze ausgezogen waren. Die nämlichen Röhrchen dienten ihm auch, diese Theile mit gefärbten Flüssigkeiten zu füllen. Die zu untersuchenden Insecten tödtete er vorher in Wasser, Weingeist oder Terpentin, und die Zergliederung nahm er dann unter Wasser vor. — Alle diese von Swammerdam benutzten Instrumente sind auch von Lyonet und anderen Insectenzergliederern bis auf unsere Tage herab gebraucht worden.

Unter den von Boerhaave genannten Instrumenten kommen keine 138
kleinen Pincetten oder Zängelchen vor, womit die Theile während der Zergliederung gefasst werden. Hat sie aber auch Swammerdam nicht gekannt, so wurden sie doch zuverlässig wenige Jahre nach dessen Tode von Joh. Musschenbroek zum Erfassen kleiner mikroskopischer Objecte hergestellt, und zwar ziemlich in gleicher Form wie noch heut zu Tage (Fig. 9, S. 42).

Manchen Zwecken entspricht die Veränderung, welche Varley vor mehreren Jahren mit der Pincette vorgenommen hat, indem er ihr die in Fig. 222 abgebildete Form gab. Sie eignet sich namentlich recht gut,

Fig. 222.

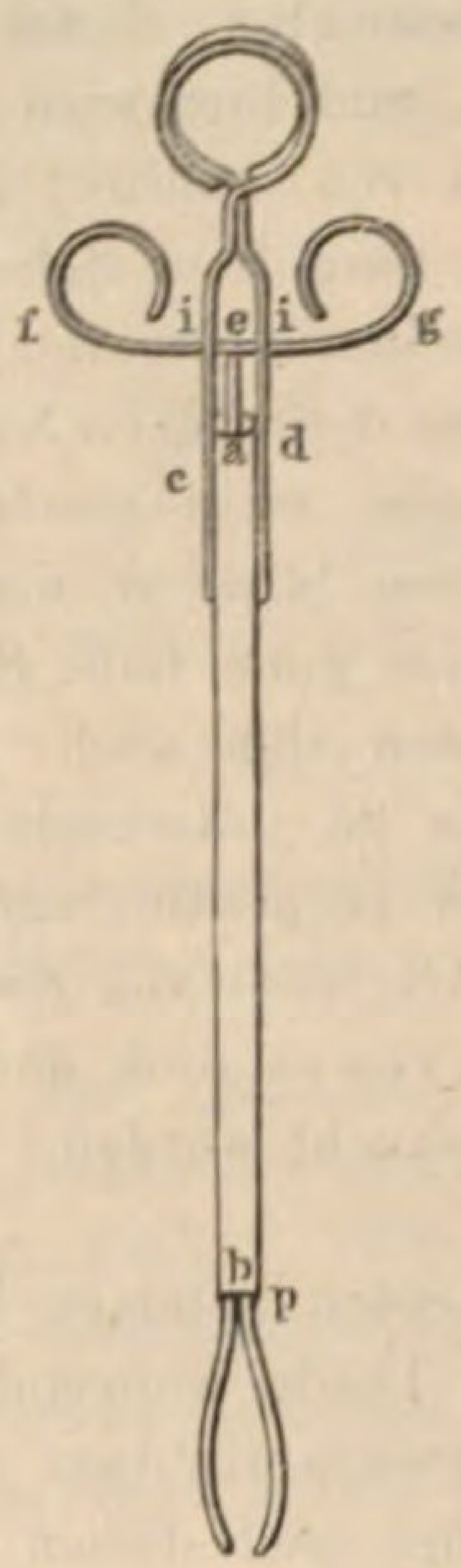


Varley's Pincette.

um in Wasser befindliche Objecte zu fassen. Liegen diese übrigens auf dem Boden eines Gefässes, dann ist ein von Edwin Quekett erfundenes Instrument, woran ich ein Paar Veränderungen angebracht habe, recht brauchbar. Dasselbe ist Fig. 223 (a.f.S.) dargestellt. Eine Messingröhre *ab*, 5 bis 6 Millimeter dick und beliebig lang (bis 20 Centimeter und mehr),

hat oben zwei Messingdrähte *c* und *d* angelöthet, die weiterhin zu einem Ringe verbunden sind. In der Röhre steckt die stählerne Sonde *ep*, die oben in ein plattes Metallstück *fg* eingeschraubt ist. Dieses Metallstück hat zwei seitliche Oeffnungen *ii*, wo die Drähte *c* und *d* durgehen, und an beiden Enden ist es ringförmig umgebogen für den Zeige- und Mittelfinger, während der Daumen in den höher liegenden Ring kommt. Nach unten ist die Sonde *ep* gespalten, und die beiden Theile sind gut gehärtet und dadurch federnd, dabei aber pincettenartig gebogen, so dass sie fassen, wenn die Röhre *ab* nach unten drängt.

Fig. 223.



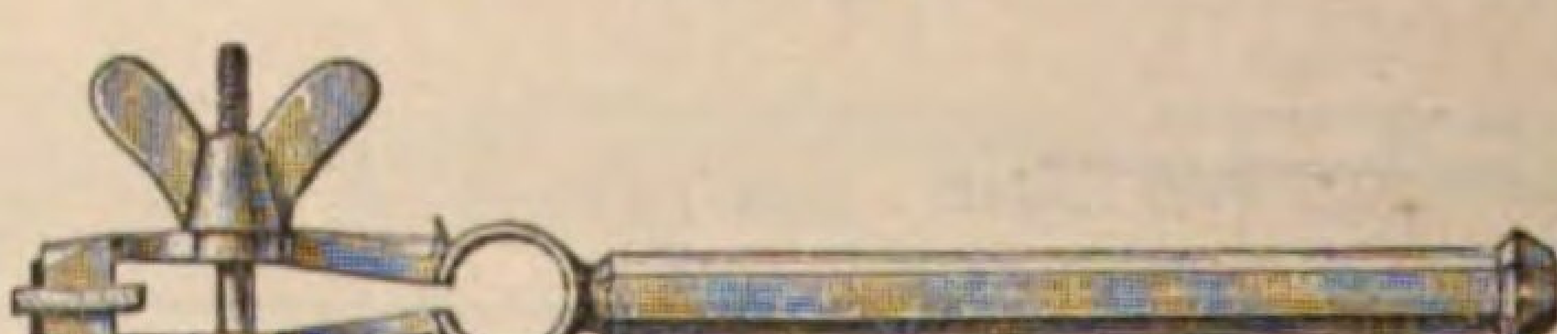
Schieberpincette.

139 Die Zahl der schneidenden Instrumente hat in den letzten Jahren durch die verschiedenen Doppelmesser zugenommen, wozu die erste Idee von Valentin (*Repertorium* für d. J. 1838, Bd. 4, S. 30) kam und worüber schon oben (II, S. 60) ausführlicher gehandelt worden ist.

Ein für besondere Fälle recht brauchbares Hülfsmittel zur Gewinnung von Durchschnitten ist der in Fig. 224 abgebildete kleine Schraubstock, wie ihn Chevalier liefert, der keiner besonderen Beschreibung bedarf. Mit demselben werden zarte Gegenstände, wie etwa Blätter, von denen man Querschnitte zu haben wünscht, zwischen Schichten von Fliedermark zusammengepresst.

Mancherlei Instrumente sind erfunden und in Anwendung gezogen worden, um damit dünne Durchschnitte aus harten vegetabilischen Thei-

Fig. 224.



Mikroskopischer Schraubstock von Chevalier.

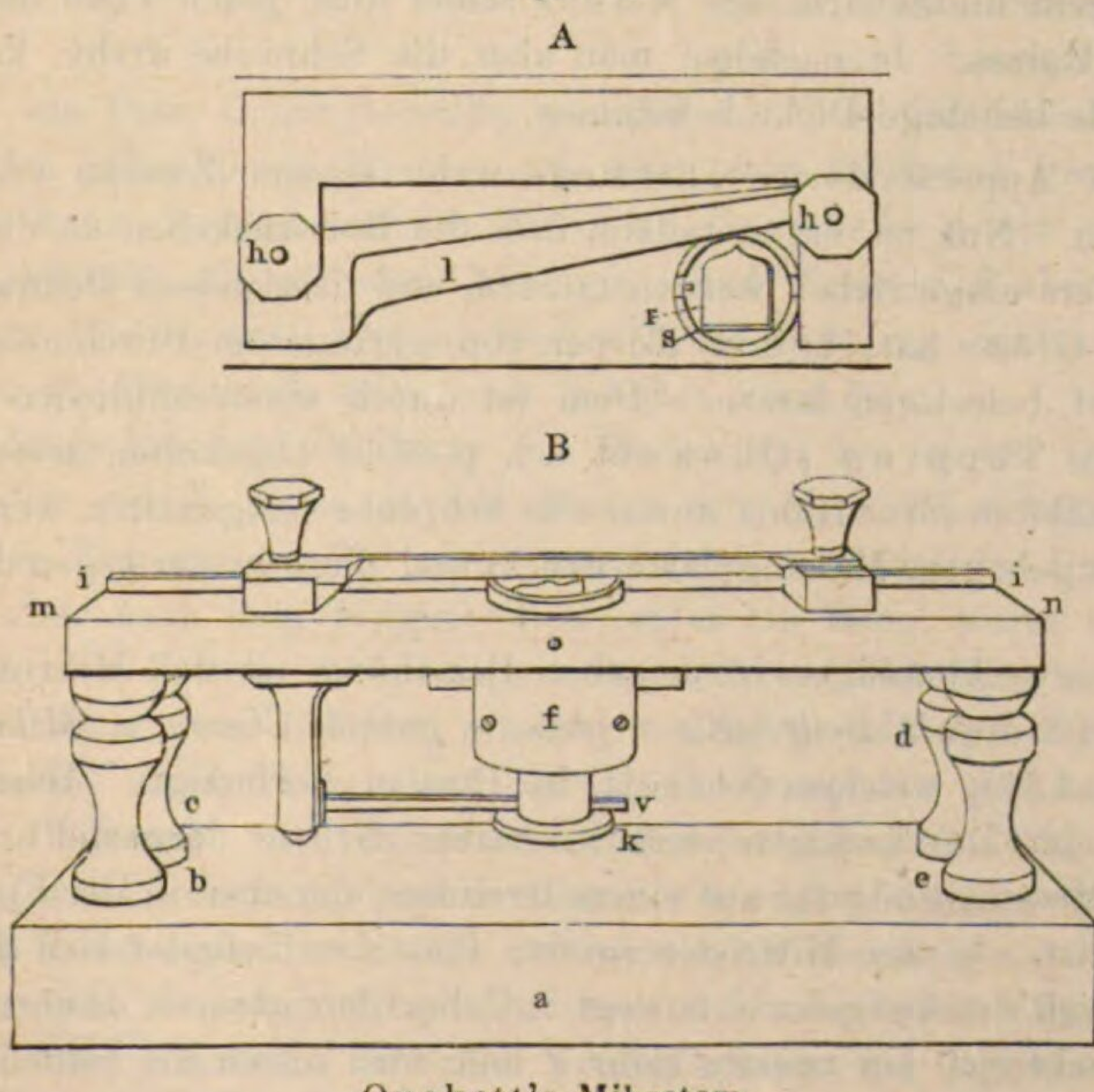
len zu bekommen. Diese sogenannten Mikrotome haben im Allgemeinen die Einrichtung, dass das Object, z. B. das Aestchen eines holzartigen Stengels, mittelst einer Schraube nach oben bewegt wird, bis es eben aus einer Oeffnung an einer grösseren platten Oberfläche zu Tage tritt. War nun das vorstehende Ende des Objectes vorher gerade abgeschnitten wor-

den, so kann man mittelst eines scharfen und flachen Messers Scheibchen von beliebiger Dicke anfertigen, indem man die Schraube höher oder niedriger stellt.

Der Gedanke, auf solchem Wege sehr dünne und gleichmässige Durchschnitte zu bekommen, liegt so nahe, dass man sich nicht wundern darf, wenn schon seit langer Zeit derartige schneidende Instrumente angefertigt worden sind. Ein solches, offenbar von sehr altem Datum, befindet sich z. B. im Utrechter physikalischen Kabinette. Es ist ein messingener durchbohrter Cylinder, in den man etwa einen kleinen Ast schieben kann. Unten daran sitzt eine Schraube, um den Theil nach oben zu schieben, und oben sind zwei schwalbenschwanzförmige Leisten für drei verschiedene Messingplatten mit Oeffnungen von $^1/_3$ bis 6 Millimeter Durchmesser. Steht nun der von der Schraube getriebene Theil gerade aus der Oeffnung hervor, so dient die Oberfläche der kleinen Platte dem Messer als Conductor.

Auf dem nämlichen Principe beruht der etwas vollständigere Apparat, den Adams (*Essays*, p. 128, Pl. IX, Fig. 1) 1770 herstellte und der späterhin von Cumming verbessert wurde. Custance, der sich durch das Anfertigen dünner Durchschnitte von Holz einen Namen gemacht hat, bediente sich eben desselben. Im Wesentlichen stimmt damit das von Quekett beschriebene Schneidewerkzeug, welches in Fig. 225 dargestellt ist, bei A von oben, bei B in der Seitenansicht. Ein Mahagoniblock *a* trägt vier

Fig. 225.



Quekett's Mikrotom.

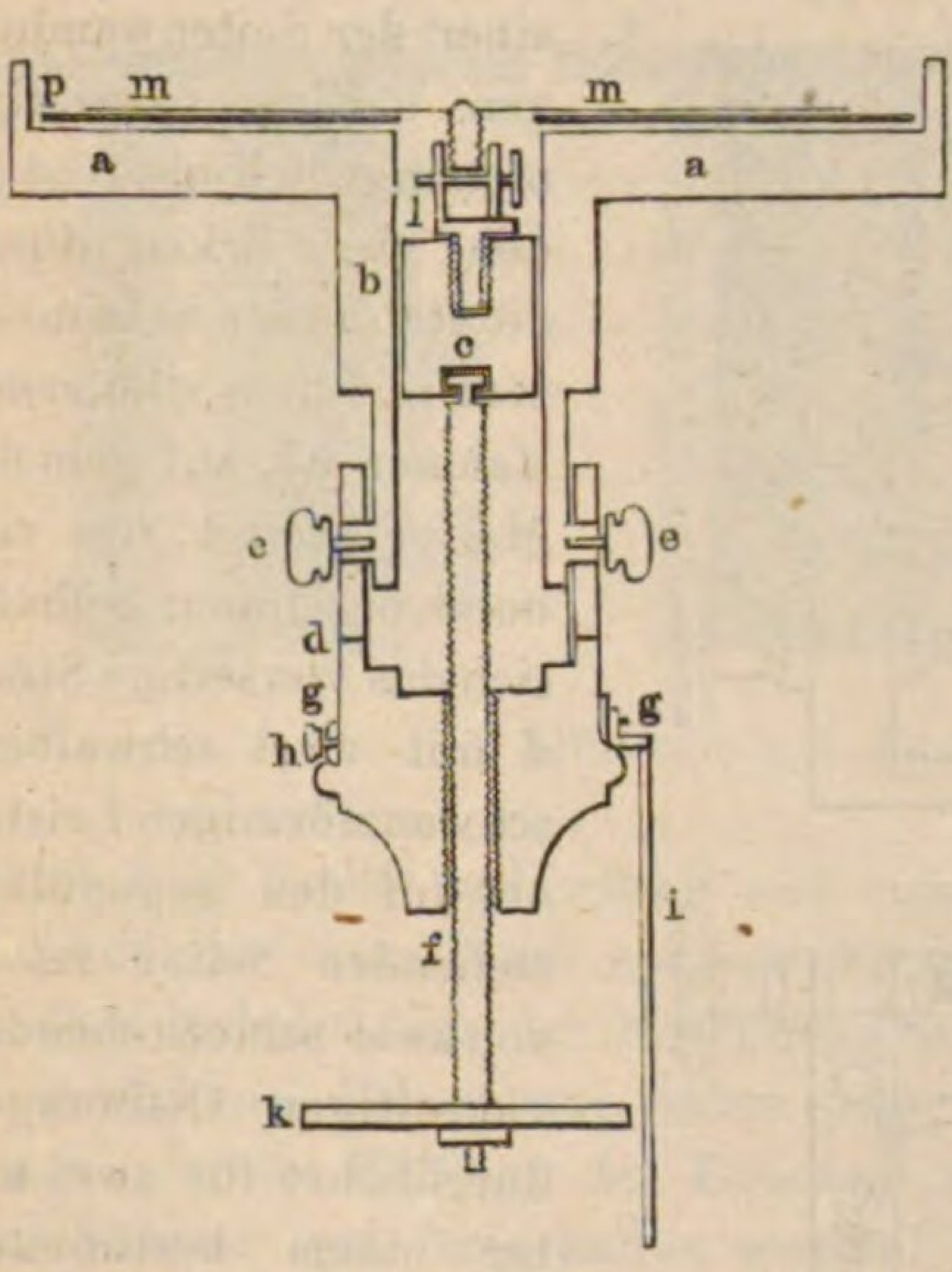
feste messingene Säulen *bcde*, auf denen eine ebene Platte *mn* ebenfalls aus Messing ruht, 20 Centimeter lang, 8 Centimeter breit und fast 1 Centimeter dick. An der einen Seite hat diese Platte einen erhöhten Rand *ii*, der daran festgeschraubt ist. Mitten unter der tischartigen Platte, aber nahe dem Rande, welcher *ii* gegenüber liegt, ist ein durchbohrter messingener Cylinder oder ein Rohr *f* angeschraubt, und ragt gegenüber 6 Millimeter über die Fläche des Tisches hervor. In dieses Rohr passt ganz genau ein zweiter Cylinder *r*, der ebenfalls durchbohrt ist; die Oeffnung *s* dieses Hohlraums ist ziemlich vierseitig und hat 1,5 Centimeter Durchmesser. Dieser letzte Cylinder lässt sich durch eine Schraube, die 40 Windungen auf den Zoll hat, aufwärts schieben; der dazu gehörige Knopf *k* aber hat eine Theilung in 25 Abschnitte mit so tiefen Einschnitten, dass ein dünnes keilförmiges stählernes Stück an der Feder *v* fest eingreifen und die Bewegung der Schraube, welche als Mikrometer für den Cylinder bestimmt ist, verhindern kann. In einen festen Messingrahmen, der wie A gestaltet und fast gleich dick ist wie die tischartige Platte, ist ein unten ganz flach geschliffenes Messer mittelst zweier starker Schrauben *hh* fest eingefügt; dieser Rahmen kann sich gemächlich vor- und rückwärts über die Fläche jener Platte bewegen. Das Holzstückchen, von dem man einen Durchschnitt will, wird in die Höhlung *s* des Cylinders *r* eingetrieben, so dass es ungefähr $^1/_8$ Zoll darüberragt. Hierauf bringt man den Cylinder *r* wiederum in die Röhre *f*, und beim Bewegen des Rahmens geht die Schärfe des Messers schief über jeden Theil der Oberfläche des Holzes. Je nachdem man aber die Schraube dreht, kann der Schnitt jede beliebige Dicke bekommen.

Dieser Apparat dürfte allerdings wohl seinem Zwecke recht gut entsprechen. Nur ist es zu tadeln, dass die Holzstückchen in die Höhle des Cylinders eingetrieben werden müssen, und dass dessen Oeffnung eine bestimmte Grösse hat, mithin Körper von geringerem Durchmesser sich darin nicht befestigen lassen. Dem ist durch einen ähnlichen Mechanismus von Topping (Quekett l. l. p. 309) abgeholfen worden, wo die Holzstücke in ihrer Höhle durch eine Schraube festgehalten werden, die gegen eine gebogene Messingplatte drückt und diese wieder gegen das Holz.

Noch zweckmässiger in mancher Beziehung ist das Mikrotom von Oschatz (Simon's *Beiträge zur phys. u. pathol. Chemie u. Mikroskopie*. Bd. I, S. 131), welches Nösselt in Breslau verfertigt. Dasselbe ist Fig. 226 im Durchschnitte und in halber Grösse dargestellt. Es ist ganz aus Messing und ruht auf einem Dreifusse, der aber in der Figur weggeblieben ist. In der Mitte der runden Platte *aa* befindet sich das Rohr *b*, worin sich der Cylinder *c* bewegt. Ueber den unteren dünneren Theil von *b* schiebt sich ein zweites Rohr *d* und wird durch die beiden Schrauben *ee* festgehalten, indem die dazu gehörigen Schraubenstifte durch zwei

Einschnitte in *d* gehen, die in der Zeichnung nicht angegeben sind. Der untere Theil von *d* bildet die Mutter für die Schraube *f*, die, wenn *d* auf *b* feststeht, den Cylinder *c* bewegt, ohne dass dieser an der Drehbewegung der Schraube Theil nimmt. Die verschiebbare Röhre *d* hat einen Ring *g*, der durch eine Schraube *h* festgestellt werden kann und mit einem Zeiger *i* versehen ist, an welchem der die Schraube bewegende Knopf *k* vorbeigeht. Der Knopf hat eine Eintheilung in 100, und da jeder Schraubengang $^1/_3$ Linie misst, so wird der Cylinder für jeden Grad dieser Eintheilung um $^1/_{300}$ Linie bewegt. Der Cylinder *c* hat in seiner Mitte eine Schraubenmutter, um den Objectträger *l* einzuschrauben. Die Einrichtung ist ziemlich wie bei einem Schraubenstocke; nur geht sein beweglicher Rand mittelst ein Paar Conductorstifte parallel mit dem feststehenden Rande.

Fig. 226.



Mikrotom von Oschatz.

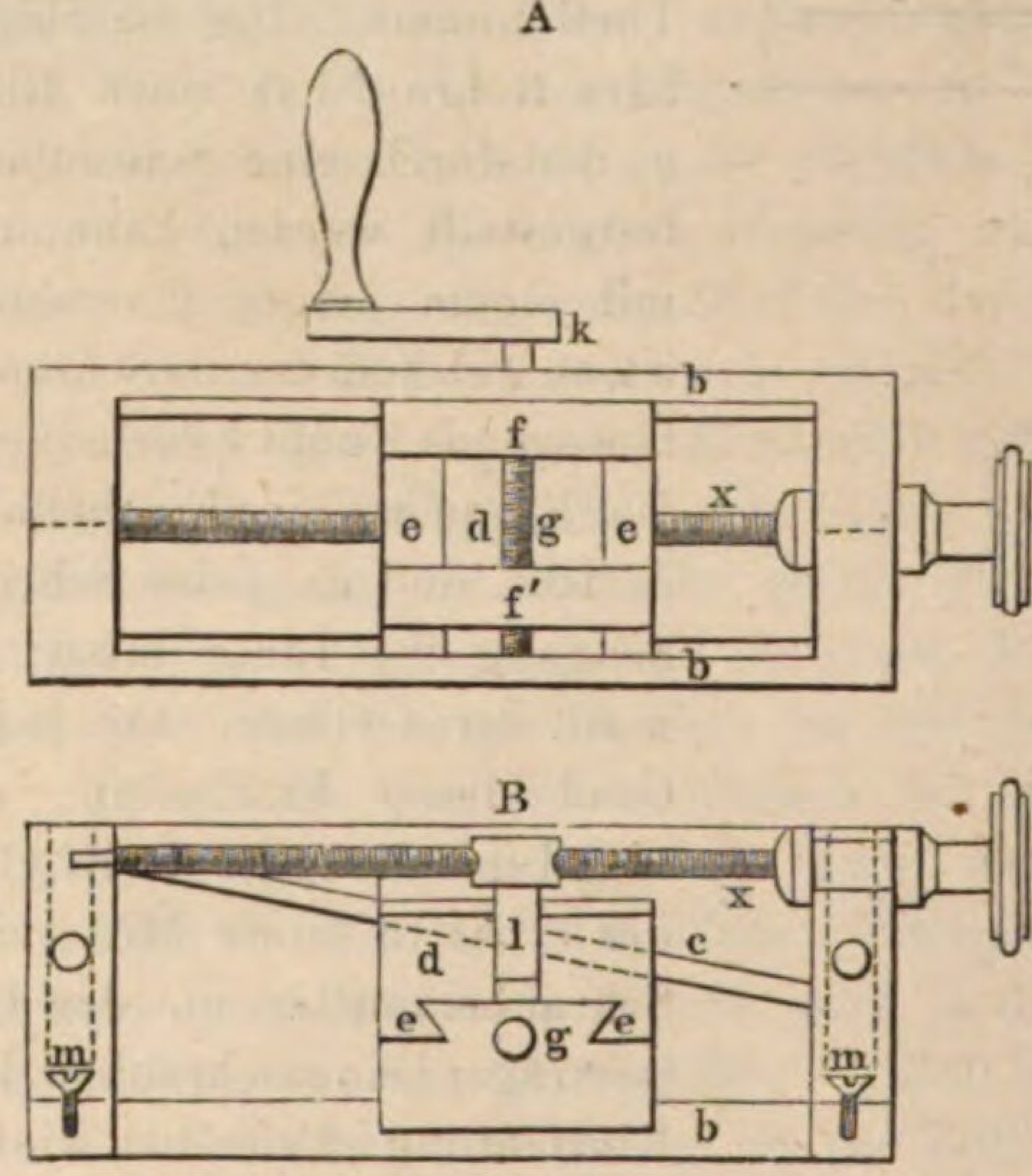
Damit das schneidende Messer sich über eine möglichst grosse Fläche bewegen kann, kommt auf die Platte *aa* die Scheibe *p* mit einem nicht mit abgebildeten Knopfe zum Abheben. Auf dieser sind aber zwei verschiebbare Platten *mm*, und so lässt sich die Oeffnung, wodurch das Object über die Oberfläche tritt, nach Belieben verengern.

Anfangs benutzte Oschatz das Messer frei bei seinem Instrumente, später aber versah Nösselt das Messer mit einer Einrichtung zu mechanischer Bewegung. Er giebt zwar keine ausführliche Beschreibung davon, aber nach dem Mitgetheilten ist es ein Ring, worin das Messer zwischen zwei Spitzen aufgehangen ist, während der Ring selbst ebenfalls zwischen zwei Spitzen schwebt. Die geradlinige Schneide des Messers wird durch Federn auf der Conductorenplatte gehalten. Durch eine feine Schraube wird das Messer senkrecht gegen das Object geführt, und bei jeder Umdrehung der Schraubenaxe bewegt es sich in zwei entgegengesetzten Richtungen durch zwei abwechselnd wirkende gezahnte Stangen.

Ein von Welcker (*Aufbewahrung mikroskopischer Objecte*, S. 33) beschriebenes Mikrotom ist eine Vereinfachung des Instrumentes von Oschatz.

Ein anderer derartiger Apparat wurde 1848 von G. F. de Capanema erfunden und von Unger in München ausgeführt (*Flora* 1848, Nr. 29, S. 465). Derselbe ist Fig. 227 in der wahren Grösse dargestellt, und zwar sieht man ihn bei A von oben, bei B im Durchschnitte mit einer der Seitenwandungen. Eine vierseitige messingene Kapsel ist an den vier Ecken durch die stählernen Schrauben *mm* mit dem stählernen Rahmen *bb*, auf dem das Messer gleitet, fest verbunden. Innen befindet sich das vierseitige Stück *d* mit zwei schwalbenschwanzförmigen Leisten *ee*; auf den gegenüberstehenden Seiten ist es von zwei schiefstehenden vierseitigen Oeffnungen durchbohrt für zwei unter einem bestimmten Winkel gestellte und mit den seitlichen Stücken verbundene vierseitige Stäbe *c*, von denen aber nur einer in der Figur gezeichnet ist. In eine dazwischen befindliche vertikale Oeffnung passt der kleine Cylinder *l*, der unten eine Mutter für die Mikrometerschraube *x* hat. Beim Drehen dieser letzteren bewegt sich das Stück *d* nach der geneigten Fläche *c* auf und nieder. Zur Feststellung des Objectes dient die Schraube *g* mit der Kurbel *k*, für welche eine mit dem Stabe *c* parallel laufende längliche Oeffnung in der Wandung angebracht ist. Durchs Umdrehen dieser Kurbel wird die stählerne Leiste *f'*, die zwischen *ee* beweglich ist, der feststehenden stählernen Leiste *f* genähert, und das Object klemmt sich zwischen beiden Leisten fest. Mit dem dazu gehörigen Messer kostet dieses Mikrotom bei Unger 6 Gulden 12 Kreuzer.

Fig. 227.

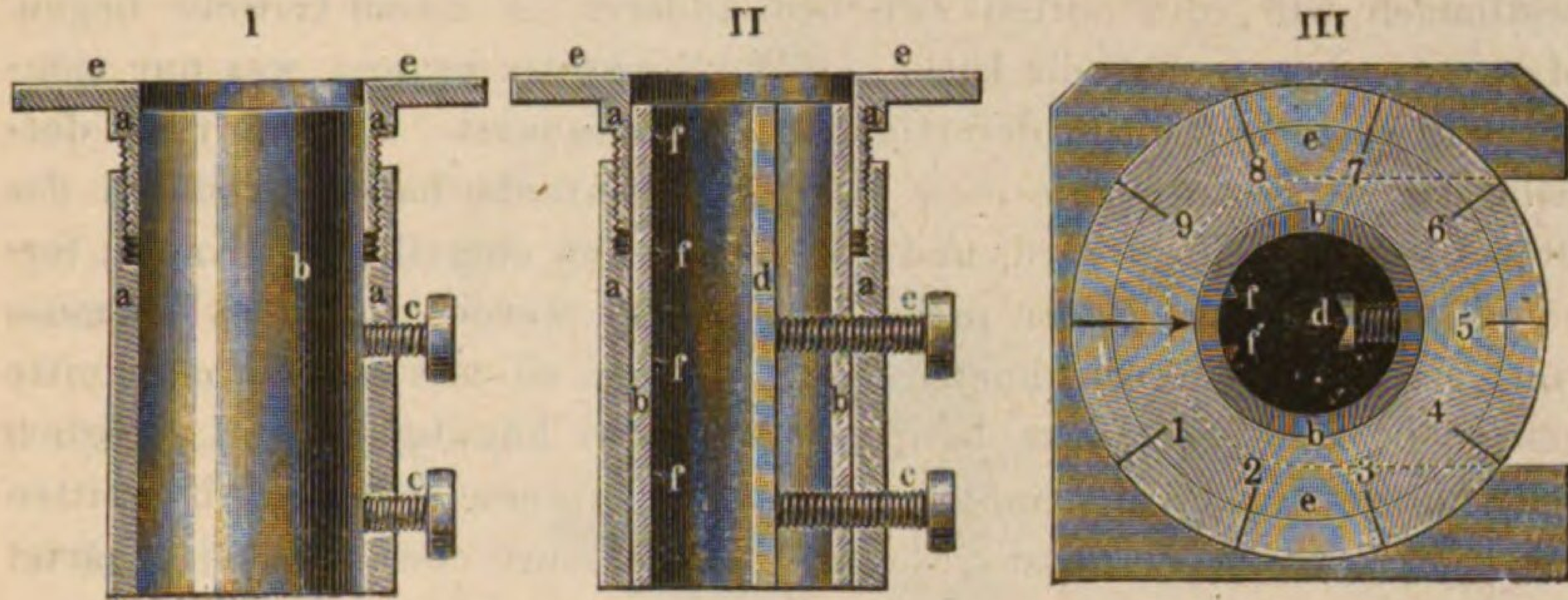


Capanema's Mikrotom.

Ein ferneres Mikrotom von James Smith (*Quart. Journ.* 1859. XXIX, p. 1) ist Fig. 228 dargestellt, und zwar bei I im halben, bei II im ganzen vertikalen Durchschnitte, bei III aber in der Ansicht von oben. Das ganze Instrument ist nur 2½ Zoll hoch. Ein äusseres Rohr *aa* besteht aus einem oberen und unteren Abschnitte, die auf einander geschraubt werden. Der obere kürzere Abschnitt hat einen ringförmigen Vorsprung *e*, worauf die bei III sichtbare Theilung eingeschnitten ist und

kann durch die Schraubenbewegung höher oder niedriger gestellt werden. Ein inneres Rohr *b* ist gleich lang wie das äussere, und nach unten sind

Fig. 228.



Mikrotom von James Smith.

a und *b* in fester Verbindung mit einander. In dem inneren Rohre *b* sind auf der einen Seite spitzige Vorsprünge *ffff* angebracht, und gegenüber befindet sich der bewegliche Stab *d*, auf welchen die Schrauben *cc* einwirken. Bringt man daher einen Gegenstand, etwa einen Pflanzenstengel, in die Höhlung des Rohres *b*, so kann er zwischen *d* und *ffff* eingeklemmt und festgehalten werden. Ist das geschehen und die ringförmige Platte *e* herausgeschraubt, so schafft man zunächst mittelst eines Messers eine glatte Oberfläche an dem Objecte. Hierauf schraubt man den oberen Theil des Rohres *a* um einen aliquoten Theil, der an der Theilung abzulesen ist, nach unten, und je nach Bedarf wird eine dünnere oder eine dickere Lamelle abgeschnitten. Hat man erst die gewünschte Dicke erhalten, so kann man weiterhin durch Ablesen der jeweiligen Tieferschraubung gleich dicke Lamellen beschaffen.

Von den verschiedenen Mikrotomen kenne ich nur jenes von Capanema aus eigener Anschauung. Ich finde die Idee ganz gut, dass die Bewegung auf einer geneigten Fläche mit einer Schraubenbewegung verbunden worden ist, muss aber gestehen, dass ich bis jetzt nur wenig Vortheil davon gesehen habe. Wahrscheinlich erhält man mit anderen Mikrotomen, wo das Messer nicht, wie hier, lose in der Hand gehalten, sondern auf mechanische Weise oder wenigstens durch einen verschiebbaren Rahmen bewegt wird, bessere Resultate. Immer aber werden dergleichen Apparate nur einen beschränkten Nutzen gewähren; denn bei den meisten anatomischen Untersuchungen, wo man Durchschnitte von weichen thierischen und pflanzlichen Geweben braucht, sind sie ganz unbrauchbar und es verdient der Schnitt durch die geübte freie Hand bei weitem den Vorzug.

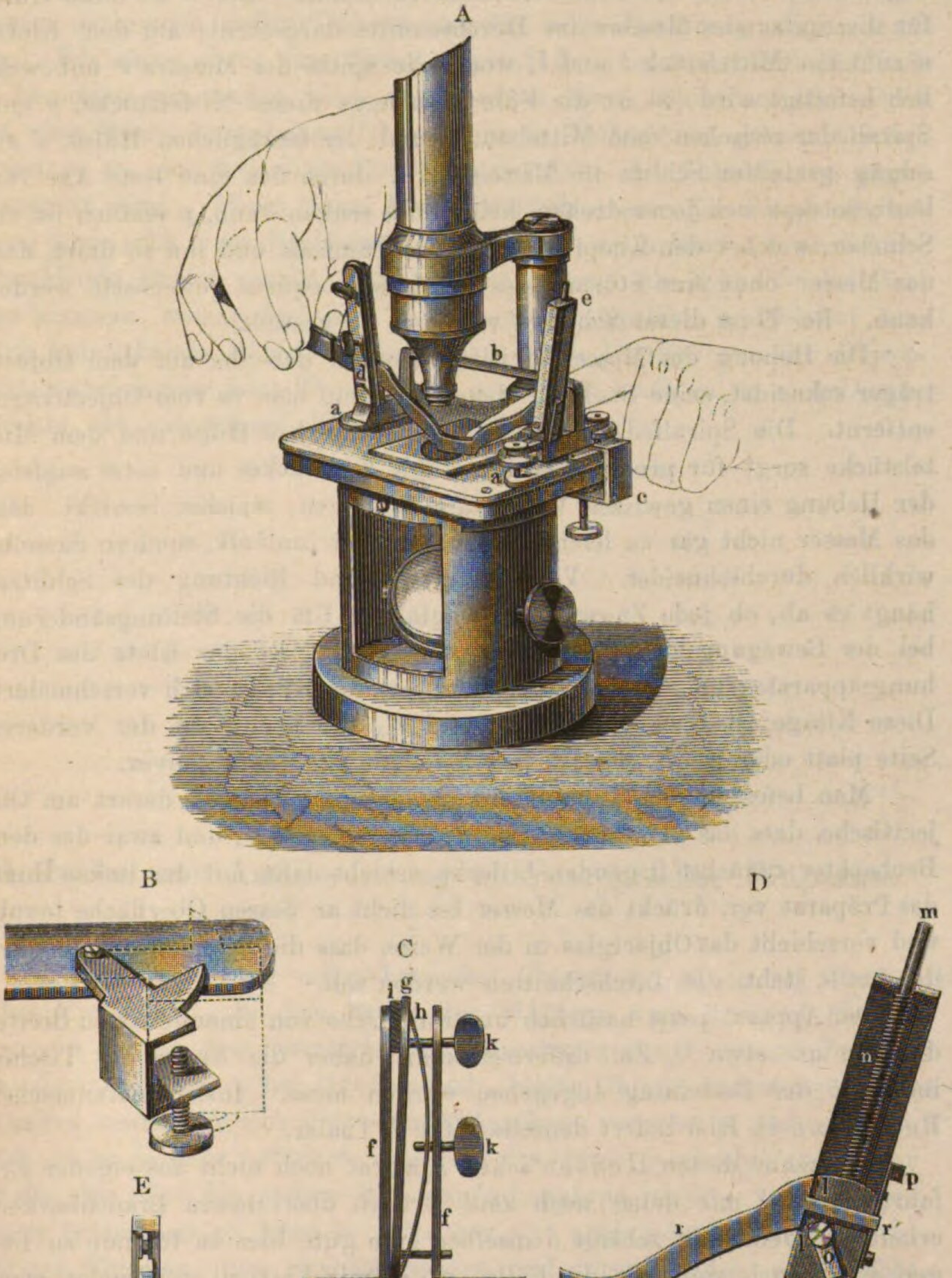
Nur für den einen Fall scheint mir eine solche mechanische Vorrichtung zum Anfertigen von Durchschnitten für die Wissenschaft Bedeutung zu haben, wenn man nämlich die Anzahl der elementaren Theile bestimmen will, die mitten zwischen anderen in einem Gewebe liegen. Man muss dann genau die Dicke des Durchschnitts kennen, was nur möglich ist, wenn man einen derartigen Apparat benutzt. Freilich muss derselbe dann aber auch eine feine Mikrometerschraube haben, wodurch das Object hervorgehoben wird, und an dieser einen eingetheilten Knopf; ferner darf auch das Messer nicht frei geführt werden, sondern es muss einen bestimmt vorgezeichneten Gang nehmen, so dass alle Durchschnitte genau die nämliche Dicke besitzen. Dadurch könnte es z. B. möglich werden, die Anzahl der Ganglienzellen in den verschiedenen Abschnitten des Rückenmarks, wenn dieses durch Chromsäure oder Alkohol erhärtet ist, zu zählen.

140 Bereits vor einer Reihe von Jahren hat Purkinje (Wagner's *Handwörterbuch* 1844. Art. *Mikroskop*, S. 428) an einen mikroskopischen Objecttisch mit mikrometrisch beweglichen Pincetten und Scheeren gedacht. In wie weit er diese Idee zur Ausführung gebracht hat, ist mir unbekannt. Im Jahre 1859 wurde dann von H. D. Schmidt im *Amer. Journ. of the med. Sciences* ein derartiger Apparat beschrieben: eine Platte wird auf den Objecttisch befestigt, und darauf befinden sich mancherlei Vorkehrungen, um einen Gegenstand zu halten und durch Nadeln, durch kleine Messer oder Scheeren, die durch Schrauben in verschiedenen Richtungen bewegt werden können, zu durchschneiden oder sonst zu trennen. Ich muss indessen bezweifeln, dass dergleichen zusammengesetzte Vorrichtungen, mögen sie auch noch so klug ersonnen und noch so gut ausgeführt sein, dem praktischen Mikroskopiker viel nutzen können. Ihre Verwendung wird immer eine beschränkte bleiben und die geübte Hand werden sie wohl schwer zu ersetzen vermögen.

Etwas anders steht es mit dem von V. Hensen (M. Schultze's *Arch. f. mikrosk. Anat.* II, S. 46 bis 55) erfundenen Querschnitter, womit auf dem Objecttische bei mässigen Vergrösserungen Durchschnitte gemacht werden können, und der in Fig. 229 dargestellt ist. Bei A ist der Apparat am Mikroskope in Thätigkeit. Die beiden Platten *a* und *a*, welche durch den Bügel *b* mit einander in fester Verbindung stehen, werden auf beiden Seiten durch die bewegliche Klemme *c* auf dem Objecttische festgestellt. Diese bewegliche Klemme ist bei B besonders abgebildet, und ihre Bewegung ist hier durch die punktirten Linien angedeutet. Auf der einen Platte *a* ist ein Klotz angelöthet, welcher die zur Führung des Messerstieles bestimmte Scheide *d* trägt. Diese Scheide ist bei C von der Seite besonders dargestellt: sie hat zwei feststehende Blätter *f* und *f*, ein bewegliches Blatt *g* und eine Feder *h*, wodurch letzteres

gegen den Stiel des Messers *i* angepresst wird; die beiden Schrauben *k* und *k* dienen zur Regulirung des Druckes. Das Messer hat somit eine leichte

Fig. 229.



V. Hensen's Querschnitter.

Bewegung, kann aber doch in jeder Lage stehen bleiben, wenn man es loslässt und die Hand frei haben will. Auf der anderen Platte *a* ist

gleichfalls ein durch Schrauben fixirter Klotz, der in seiner Höhe über dem Objecttische veränderlich ist, und darauf ist eine bewegliche Hülse *e* angebracht, welche das Ende des Messers enthält. Bei D ist diese Hülse für die Spitze des Messers im Durchschnitte dargestellt: auf dem Klotze *a* ruht ein Mittelstück *l* und *l*, worin die Spitze des Messers *r* unbeweglich befestigt wird, *m* ist die Führungsstange dieses Mittelstücks, *n* eine Spiralfeder zwischen dem Mittelstücke und der beweglichen Hülse, *o* ein schräg gestellter Schlitz im Mittelstücke, durch den eine feste Axe verläuft, so dass sich jenes drehen, heben und senken kann, *p* endlich ist ein Schieber, welcher den Knopf des Messers *r'* umfasst und ihn so fixirt, dass das Messer ohne eine Störung des Apparates bequem gewechselt werden kann. Bei E ist dieser Schieber von vorn dargestellt.

Die Hebung des Messers tritt ein, wenn dasselbe auf dem Objectträger schneidet, seine Senkung dagegen, wenn man es vom Objectträger entfernt. Die Spiralfeder zwischen der beweglichen Hülse und dem Mittelstücke sorgt für prompte Senkung des Endstückes und setzt zugleich der Hebung einen gewissen Widerstand entgegen, welcher bewirkt, dass das Messer nicht gar zu leicht über das Object hinläuft, sondern dasselbe wirklich durchschneidet. Von der Form und Richtung des Schlitzes hängt es ab, ob jede Zugwirkung wegfällt. Um die Stellungsänderung bei der Bewegung des Messers zu compensiren, ist der Klotz des Drehungsapparates um so viel zu senken, als die Klinge sich verschmälert. Diese Klinge ist etwa 1 Zoll lang und $^1/_5$ Zoll hoch, auf der vorderen Seite platt oder wenig concav, ihre Schneide ein wenig convex.

Man befestigt den Apparat mit den beiden Klemmen derart am Objecttische, dass das Messer etwa $^1/_4$ des Gesichtsfeldes, und zwar des dem Beobachter zunächst liegenden bedeckt, schiebt dann mit der linken Hand das Präparat vor, drückt das Messer bis dicht an dessen Oberfläche herab, und verschiebt das Objectglas in der Weise, dass die Schneide genau über der Stelle steht, die durchschnitten werden soll.

Der Apparat passt natürlich nur für Tische von einer gewissen Breite, die aber um etwa $^1/_2$ Zoll differiren kann; daher die Breite des Tisches im Falle der Bestellung angegeben werden muss. Instrumentenmacher Beckmann in Kiel liefert denselben für 7 Thaler.

Ich kenne diesen Hensen'schen Apparat noch nicht aus eigener Erfahrung, kann mir daher auch kein Urtheil über dessen Brauchbarkeit erlauben. Jedenfalls scheint demselben eine gute Idee zu Grunde zu liegen, wenn auch vielleicht die Fälle, wo er mit Vortheil verwendet werden kann, nicht gerade sehr häufig vorkommen mögen. Das schneidende Instrument und dessen Bewegung kommen hierbei nicht allein in Betracht, sondern das Object selbst muss sich auch dazu eignen, um von demselben auf dem Objecttische dünne Schnitte zu bekommen. Eine gewisse Härte und Resistenz ist erforderlich, sonst vermag auch das schärfste Messer

eine Trennung nicht ohne Zerrung auszuführen. Man kann sich daher recht wohl denken, dass Hensen das Gehörorgan des Krebses, die Papilla spiralis der Ohrschnecke gut damit durchschnitten hat, und dass gewiss auch noch andere Objecte sich für seine Benutzung eignen werden. Ich meine aber, dass dieser Apparat dann erst recht vortheilhaft zu benutzen sein würde, wenn er mit einem durch Schrauben oder sonst auf eine Weise beweglichen Objecttische in Verbindung gebracht wäre, wobei er an eine besondere Platte an der Seite des Objecttisches angeklammert wird. Wenn dann der Objecttisch ausser der Diagonalbewegung auch noch einer Drehbewegung fähig ist, dann kann das zu durchschneidende Object gerade in jene Stellung unter die Schneide des Messers kommen, welche dem Zwecke am besten entspricht, und besitzt dasselbe hinreichende Härte, so wird man durch Fortbewegen der Objecttafel, wobei immer neue Theile unter das Messer kommen, so viele Durchschnitte, als man wünscht, bekommen können.

Siebentes Kapitel.

Methoden zur Aufbewahrung mikroskopischer Präparate.

Die Aufbewahrung mikroskopischer Objecte ist gleich alt wie das 141
Mikroskop selbst. In dem Briefe des Willem van Boreel (S. 23) lesen wir, dass in dem Fussstücke des Mikroskopes von Hans und Zacharias Janssen, das er bei Drebbel sah, kleine Objecte (*minuta quaeque*) enthalten waren, die sich unter dem Mikroskope vergrössert wahrnahmen. Auch ist es ja ganz natürlich, dass man die einmal beobachteten Objecte auf die eine oder die andere Weise aufzubewahren suchte, um sie stets wieder betrachten zu können. Das war nun auch mit den zuerst beobachteten Objecten, den kleinen Insecten und deren Theilen, ganz leicht auszuführen; sie liessen sich ziemlich gut im getrockneten Zustande zwischen einem Glas- und Glimmerblättchen, oder zwischen zwei Glimmerblättchen aufbewahren. Von dergleichen Objecten wurden die *Vitra pulicaria* und *muscaria* benannt und sie kamen in der drehbaren Scheibe von Kircher's *Microscopium parastaticum* vor, sowie auf den hölzernen

und knöchernen Scheiben, deren man sich schon am Ende des 17. Jahrhunderts bediente.

Man begann aber auch bald an die Aufbewahrung zarter thierischer und pflanzlicher Theile zu denken. In Swammerdam's Leben von Boerhaave lesen wir, dass er die Eingeweide und andere Organe der zergliederten Insecten aufblies, trocknete und mit Firniss bestrich. Im Besonderen theilt Boerhaave mit, Swammerdam habe die Kunst verstanden, die Nerven der Insecten so herzurichten, „das sie wunderbar weich und durchsichtig blieben."

Eine Sammlung mikroskopisch anatomischer Präparate wurde übrigens zuerst von Leeuwenhoek angelegt. Dass er sich in deren Verfertigung auszeichnete, ersieht man nicht nur aus seinen eigenen Beschreibungen, sondern auch aus den Zeugnissen von Zeitgenossen, die seine Präparate gesehen haben, von denen ich nur Folkes (*Philos. Transact.* Vol. 32, p. 446) nennen will.

Es scheint mir nicht ohne Interesse zu sein, wenn ich hier die Liste der Präparate folgen lasse, die in dem Verkaufskataloge der Leeuwenhoek'schen Mikroskope, wovon schon oben (S. 39) die Rede war, aufgeführt werden.

Thierische Objecte.

Muskelfasern vom Walfische.
„ „ Kabeljau.
„ „ Entenherzen.
Querdurchschnitt von Fischmuskeln.
Hautschüppchen des Menschen.
Krystalllinse vom Ochsen.
Blutkörperchen des Menschen.
Leber des Kalbes.
Querdurchschnitt der Blase.
Harnblase des Ochsen.
Zungenpapillen vom Ochsen.
Haar vom Schafe.
„ „ Biber.
„ „ Elenn.
„ „ Bären.
„ aus der Nase.
Schuppe vom Barsch.
„ von der Scholle.
Spinnwerkzeuge einer Spinne.
Fäden einer Spinne.
Häkchen einer Spinne.
Zähne einer Spinne.
Augen einer Spinne.
Spinnwerkzeug des Seidenwurms.
Gehirn einer Fliege.
Sehnerven einer Fliege.
Fussenden einer Fliege.
Haken und Hülse vom Floh.
Füsse vom Floh.
Augen einer Libelle.
Augen eines Käfers.
Haken einer Laus.
Haut einer Laus.
Legestachel einer Laus.
Blutkoralle.
Durchschnitt einer Austerschale.
Noch nicht ausgekrochene Austern in einer kleinen Röhre.

Pflanzliche Objecte.

Quer- und Längsdurchschnitt von Ulmenholz.
Quer- und Längsdurchschnitt von Fichtenholz.
Quer- und Längsdurchschnitt von Ebenholz.
Quer- und Längsdurchschnitt von Lindenholz.
Quer- und Längsdurchschnitt von Eichenholz.
Quer- und Längsdurchschnitt von Zimmet.
Quer- und Längsdurchschnitt von Kork.
Quer- und Längsdurchschnitt von Binsen.
Durchschnitt von fossilem Holze.
Keim von Roggensamen.
Gefässbündel aus der Muskatnuss.

Mineralien.

Stückchen Marmor, Bergkrystall, Diamant,
Blattgold, Goldstaub, Silbererz, Salpeter u. s. w.

Wir erfahren nicht, wie diese Objecte von Leeuwenhoek aufbewahrt wurden, dürfen aber mit ziemlicher Sicherheit annehmen, dass sie blos getrocknet wurden, wie man es bis noch vor mehreren Jahren fast allein zu thun pflegte. Allen Mikroskopen aus dem vorigen Jahrhunderte und aus der ersten Zeit des gegenwärtigen Jahrhunderts waren immer eine Anzahl getrockneter Objecte auf beinernen oder hölzernen Scheibchen beigelegt, wobei man aber weniger das Wissenschaftliche im Auge hatte, als vielmehr nur ein nettes Aeussere und eine zierliche Form der aufbewahrten Objecte. In England machte sich Custance einen Namen durch seine vorzüglichen Holzschnitte, in Holland zeichneten sich Abraham Ypelaar (geb. 1735, gest. 1811) und Daniel Scholten hierin sowohl wie in der Anfertigung vieler anderer mikroskopischer Präparate aus. Die beiden letzteren haben die Liebe zum Mikroskope bei ihren Zeitgenossen und Landsleuten gefördert, und die hinterlassenen Präparate über die Entwickelung und den Bau des Flohs, der Laus, der Florfliege u. s. w. sind glänzende Beweise für ihre geübte Hand und ihr scharfes Auge.

Späterhin wurde das Trocknen der mikroskopischen Präparate als allgemeine Aufbewahrungsmethode besonders von Ehrenberg (*Abhdl. d. Berl. Akad.* 1835, S. 141) anempfohlen; das Trocknen sollte durch schwache Erwärmung über einer Lampe beschleunigt werden. Er legte 1835 der Berliner Akademie eine Sammlung von 1208 Präparaten, grösstentheils Infusorien (Diatomeen?), vor, deren Bau bei manchen im getrockneten Zustande besser zu erkennen war, als im frischen Zustande. Die Fasern der Muskeln, der Sehnen und der Häute, selbst die Primitivröhren

der Nerven, des Rückenmarks und Gehirns sollten nach Ehrenberg durch schnelles Trocknen ihre ursprüngliche Form behalten.

142 Wer indessen die elementaren Theile von Thieren und Pflanzen blos getrocknet aufzubewahren versuchte, wird gefunden haben, dass zwar die allgemeinen Umrisse sich erhalten, die feinere Structur aber grösstentheils verloren geht. Auch sind diese einfach getrockneten Präparate mehreren thierischen und pflanzlichen Parasiten ausgesetzt, so dass sie binnen weniger Jahre oftmals vollständig verwüstet werden. Jedenfalls müssen sie vor dem Luftzutritte geschützt werden.

Die Anwendung von Flüssigkeiten zur Aufbewahrung organischer Theile ist aber nicht blos deshalb nöthig, damit die organischen Theile ihre Form behalten; ihre Durchsichtigkeit wird dadurch auch erhöht und es werden manche Einzelnheiten sichtbar, die man in der Luft nicht daran wahrnehmen kann. Namentlich gilt das von den das Licht stark brechenden Flüssigkeiten, wie Terpentin, mehrere aus Harz und Terpentin bestehende Firnisse u. s. w. Ihrer bediente sich schon Lieberkühn zur Aufbewahrung seiner Injectionspräparate, von denen manche auch in neuerer Zeit noch nicht übertroffen worden sind.

Pritchard (*Microsc. Cabinet*, p. 230) scheint zuerst auch bei anderen getrockneten Objecten den Terpentinfirniss angewendet zu haben. Manchmal benutzte er aber auch eine Gummisolution statt desselben. Den Canadabalsam, der jetzt fast ausschliesslich dazu benutzt wird, hat Bond im Jahre 1832 auf J. F. Cooper's Anrathen zuerst zur Anfertigung mikroskopischer Präparate verwandt (Quekett l. l. p. 275). Diesem Beispiele folgte Pritchard nach, der in seiner 1835 erschienenen *List of Two Thousand Microscopic Objects* die erste öffentliche Nachricht darüber gab.

Das Aufbewahren der Präparate im ganz feuchten Zustande wurde in England zuerst im Jahre 1839 von Goadby versucht; 1841 machte derselbe (*Microsc. Journ.* I, p. 183) sein Verfahren bekannt, und von der *Society of Arts* erhielt er dafür eine Medaille. Er verkaufte dann seine Präparatensammlung für 500 Pfund, welche Summe durch Zeichnungen zusammengebracht wurde, mit Prinz Albert an der Spitze der Zeichnungslisten. Die Sammlung selbst wurde aber dann ans Hunter'sche Museum geschenkt. Der damalige Premier Sir Robert Peel belohnte ihn mit 150 Pfund *). Goadby benutzte bei thierischen Substanzen eine Flüssigkeit aus 4 Unzen Kochsalz, 2 Unzen Alaun und 4 Gran Sublimat auf 2 Quart (2,3 Liter) kochendes Wasser. Die Ränder des Glasplättchens,

*) Diese Data sind einem Berichte Goadby's (*Amer. Journ. of. Sc.* 1852, p. 15) entnommen, worin er, und wohl nicht ohne Grund, sich darüber beschwert, dass einige Landsleute einzelne seiner Methoden späterhin als ihre Erfindung ausgegeben haben.

womit er das in einen Tropfen dieser Flüssigkeit getauchte Präparat bedeckte, bestrich er mit dem von den Lackirern gebrauchten Goldfirniss oder Goldleim, einem Gemisch von gekochtem Leinöl, Goldglätte, Animeharz und Terpentin.

Kleine Glaströge für Präparate bereitet sich Goadby auf doppelte Weise, entweder aus vier einzelnen Glasstreifen, oder aus durchbohrten Glastäfelchen. Um die letzteren zu bekommen, legt er eine Anzahl viereckiger Glastäfelchen über einander, und oben darauf ein bereits durchbohrtes Glastäfelchen oder ein Messingtäfelchen, worauf dann die Löcher mit einem Messingröhrchen von der erforderlichen Weite und 1 bis $1^1/_2$ Zoll Länge, mit Hülfe des gewöhnlichen Zwickbohrers und angewässerten feinen Sandes gebohrt werden.

Griffith (*Annals and Magaz. of Nat. Hist.* XII, p. 115) empfahl die Goadby'sche Flüssigkeit auch zum Aufbewahren von Pflanzenpräparaten. Er prüfte auch verschiedene Körper auf ihre Tauglichkeit zum Verschliessen: 1) eine Lösung von Canadabalsam in Aether oder Terpentinöl, die so weit abgedampft ist, dass sie mit einem Pinsel aufgetragen werden kann; 2) eine Mischung von Goldleim und Bleiweiss; 3) eine Mischung von Goldleim und Mennige; 4) eine Mischung von Goldleim mit Firniss. Für Objecte, die zu dick sind oder keinen Druck vertragen können, benutzte Griffith Glastäfelchen mit ausgeschliffenen Höhlungen, oder auch Glasringe, die mit Canadabalsam auf ein Glastäfelchen aufgeklebt wurden.

Speciell zur Aufbewahrung von Algen empfahl Thwaites in Bristol (*Ann. and Magaz. of Nat. Hist.* 1844, XV, p. 104) eine Mischung aus 1 Theil Alkohol und 12 Theilen Wasser mit so viel Kreosot, als sich darin löst. Nach einer späteren Vorschrift (Ralf's *Desmidiae*, p. 40) sollen es 16 Theile Wasser sein. Diese Mischung wird mit etwas Kalk geschüttelt und filtrirt, und es wird ihr die gleiche Menge Campherwasser zugesetzt. Thwaites nahm Glimmerblättchen zum Bedecken und Goldleim zum Verschliessen. Sollen die Objecte vor Druck bewahrt werden, so bereitet er erst einen seichten Trog, indem er auf ein Glastäfelchen einen Ring aus Goldleim aufträgt. Mehrere Jahre früher hatte aber Valentine und später auch Holland (*Transact. of the Soc. of Arts.* Vol. 48, p. 123) solche kleine Tröge mit Bleiweiss hergestellt. Um den Farbstoff auf das Glas aufzutragen, benutzte Ersterer ein keilförmig zugeschnittenes Stückchen Palmholz nach Art einer Maurerkelle. Indem man successiv immer neue Lagen darauf setzt, sowie die früheren trocken sind, kann man diesen Trögen oder Zellen eine beliebige Tiefe verschaffen.

Für das Aufbewahren von Pflanzenpräparaten soll nach Reckitt (*Ann. and Mag. of Nat. Hist.* XV, p. 242) gewöhnliches Wasser vor der Goadby'schen Solution den Vorzug verdienen. Noch später wurde von

Warrington (Quekett l. l. p. 271) Glycerine dazu empfohlen, rein oder mit 2 Theilen Wasser gemischt.

Aber auch auf dem Continente beschäftigte man sich mit der vortheilhaften Aufbewahrung mikroskopischer Objecte. Ich selbst benutzte seit 1841 bei den phytotomischen Demonstrationen eine Chlorcalciumsolution, um zu verhüten, dass die Präparate bis dahin, wo sie gezeigt wurden, eintrockneten, und dabei erkannte ich, dass die Präparate sich damit auf unbestimmte Zeit in unverändertem Zustande erhalten.

Mehrere Bewahrmethoden, von denen bereits im zweiten Bande (S. 296) die Rede gewesen ist, datiren vom Jahre 1843. Um diese Zeit und zum Theil noch früher beschrieb auch Oschatz (*Uebersicht d. Arbeiten u. Verh. d. Schles. Ges. für vaterl. Cultur im Jahre* 1841. Simon's *Beiträge zur phys. u. pathol. Chemie u. Mikroskopie* 1843, I, S. 134 u. 317) brauchbare Methoden. Für pflanzliche Substanzen benutzte er eine starke Zuckersolution, für thierische eine gesättigte Auflösung von arseniger Säure. Sie kommen in diesen Flüssigkeiten zwischen zwei Glastäfelchen, die durch Ringe aus weissem Papier oder aus dem Marke von Pflanzenstengeln etwas auseinander gehalten werden. Seine spätere Methode aber besteht darin, dass er die Stelle des Glastäfelchens, wo das Präparat hinkommen soll, mit einem Blättchen Fischleim bedeckt und dann das ganze Täfelchen einige Male mit einem mit etwas Russ versetzten Copalfirniss überstreicht. Ist dieser getrocknet, so wird das Fischleimblättchen weggenommen und es bleibt so ein freier Raum zurück, der vom eingetrockneten Firniss randartig umgeben ist. Zum Schliessen benutzt er den nämlichen Firniss oder Asphaltlack.

Auch Pappenheim (Simon's *Beiträge* u. s. w. I, S. 500) gab 1843 Nachricht über die Aufbewahrung mikroskopischer Präparate, wozu er je nach der Art des Gewebes verschiedenartige Flüssigkeiten nahm: blosses Wasser für Knochen, Knorpel, quergestreifte Muskeln, Embryonen; Säuren, namentlich Essigsäure, für alle Präparate mit Kernen oder mit Nerven, für das elastische Gewebe, die unwillkürlichen Muskeln; Aetzkalien in verschiedenen Graden der Verdünnung für Gehirn, Rückenmark, Embryonen; kohlensaures Kali für Blutgefässe, für eingespritzte Organe, für Rückenmarksdurchschnitte; weissen Syrup mit $^1/_{100}$ Strychnin, um dadurch die Gährung zu verhüten, für die Stäbchenschicht der Netzhaut, die *Macula lutea*, flimmernde Oberflächen; Eupion für die gefärbten Zwillingszapfen der Vogelnetzhaut. Das Präparat kommt in einer dieser Flüssigkeiten auf ein rundes oder vierseitiges Glastäfelchen, welches auf einem hohlen dünnwandigen Cylinder (einem mikroskopischn Ständer nach Pappenheim) aufliegt, der $^3/_4$ Zoll hoch, $^1/_2$ Zoll breit ist und einen als Fuss dienenden Rand besitzt. Der Durchmesser dieses hohlen Cylinders muss etwas kleiner sein, als das darauf kommende Glastäfelchen. Am Rande befindet sich eine Vertiefung für die überschüs-

sige Flüssigkeit, wenn das Präparat mit einem Gläschen bedeckt und auf passende Weise comprimirt wird. Endlich werden die Ränder mit Asphaltlack oder Schellackfirniss bestrichen.

Purkinje (Wagner's *Handwörterbuch* I, S. 436) empfahl diese Ständer ebenfalls. Zur Aufbewahrung benutzte er zum Theil die gleichen Flüssigkeiten, wie Pappenheim, nämlich Wasser, Essigsäure, Aetzkali, und ausserdem eine Solution von Kochsalz, die Goadby'sche Flüssigkeit, Oel. Wenn die Präparate nur einen bestimmten Druck vertragen, so brachte er vorher drei oder vier kleine Wachskügelchen zwischen die beiden Glastäfelchen. Den Schluss bewirkte er durch einen Firniss von Copal, Asphalt oder Dammarharz.

Wasserglas wurde seit 1856 von Welcker, auf Anrathen von Phoebus, zur Aufbewahrung mikroskopischer Präparate verwendet, worüber ich früher schon gesprochen habe.

Von Deane (Hogg's *Microscope* etc. p. 75) wurden zweierlei Gemische zum Aufbewahren pflanzlicher und thierischer Substanzen, kleiner Thiere u. s. w. empfohlen. Zuerst ein Gemisch aus 6 Unzen weisser Gelatine, 9 Unzen Honig, etwas Alkohol und einigen Tropfen Kreosot, was im erwärmten Zustande filtrirt wird. Seine zweite Mischung besteht aus 4 Unzen Glycerine, 2 Unzen destillirtem Wasser und 1 Unze Gelatine. Die Gelatine wird zuerst im erwärmten Wasser gelöst und dann wird die Glycerine zugesetzt.

Topping (Hogg's *Microscope*, p. 88) nimmt 1 Theil absoluten Alkohol auf 5 Theile Wasser. Kommen zartere Farben in Betracht, so nimmt er lieber 1 Theil essigsaure Alaunerde auf 4 Theile destillirtes Wasser.

Von R. J. Farrants (*Quart. Journ.* 1858. *Transact.* p. 118) wird zur Aufbewahrung der meisten thierischen und pflanzlichen Gewebe eine Mischung aus gleichen Theilen Gummi arabicum, Glycerine und einer gesättigten wässerigen Solution von arseniger Säure empfohlen. Diese Mischung wird ganz wie Canadabalsam benutzt, braucht aber nicht erwärmt zu werden. Auch hat man nicht nöthig, die damit behandelten Präparate besonders zu verkitten, da die äusseren Schichten der Bewahrflüssigkeit soweit erhärten, dass die weitere Verdunstung verhindert wird.

Bei A. Chevalier (*L'etudiant micrographe.* Par. 1865, p. 302 — 314) findet man noch mehrere Vorschriften zu Bewahrflüssigkeiten von Strauss, Lequoy, Morel, Ordonez. Sie sind indessen meistens nur kleine Modificationen schon gebräuchlicher und bereits früher besprochener Gemische.

Um schnell und sicher ein kleines Object oder einen Theil eines 143
solchen in einem früher gefertigten Präparate auffinden zu können, oder um auch Andere dazu in den Stand zu setzen, sind in den letzten Jahren

mancherlei Vorrichtungen angegeben werden, die man als Indicatoren oder Finder bezeichnet hat.

Tyrrell (*Quart. Journ.* 1853, III, p. 234) benutzt eine kleine hölzerne oder elfenbeinerne Tafel, an deren langer und breiter Seite zwei kleine Platten so befestigt sind, dass der übrig bleibende Raum gerade die Grösse des Objecttäfelchens hat. Die grössere oder untere Tafel hat eine vierseitige Oeffnung, und auf dem längeren von den beiden Plättchen findet sich eine Theilung in $^1/_{50}$ Zoll, so lang wie die vierseitige Oeffnung. Das Glastäfelchen mit dem Präparate kommt nun in den offenen Raum. Befindet sich ein Object im Gesichtsfelde, dessen Stelle bestimmt werden soll, so wird der bewegliche Objecttisch gegen den Beobachter hin bewegt, bis die getheilte Scala ins Gesichtsfeld kommt, und nun liest man ab, mit welchem Punkte der Scala das Object zusammenfällt. — Es passt demnach dieses Verfahren nur bei Mikroskopen mit einem durch Schrauben beweglichen Objecttische. Auch wird dadurch nur eine Linie angegeben, innerhalb welcher das Object befindlich ist, und der betreffende Punkt dieser Linie muss erst noch aufgesucht werden.

Bald darauf beschrieb Wright (*Quart. Journ.* 1853, p. 301) eine ähnliche Einrichtung, wobei die getheilte Scala auf dem Objecttische selbst angebracht ist. Die Hauptverbesserung liegt aber darin, dass er nicht eine Scala hat, sondern zwei senkrecht auf einander stehende Scalen, wodurch der betreffende Punkt in der nämlichen Weise angezeigt wird, wie irgend ein Punkt auf der Landkarte durch die Meridiane und die Parallelen.

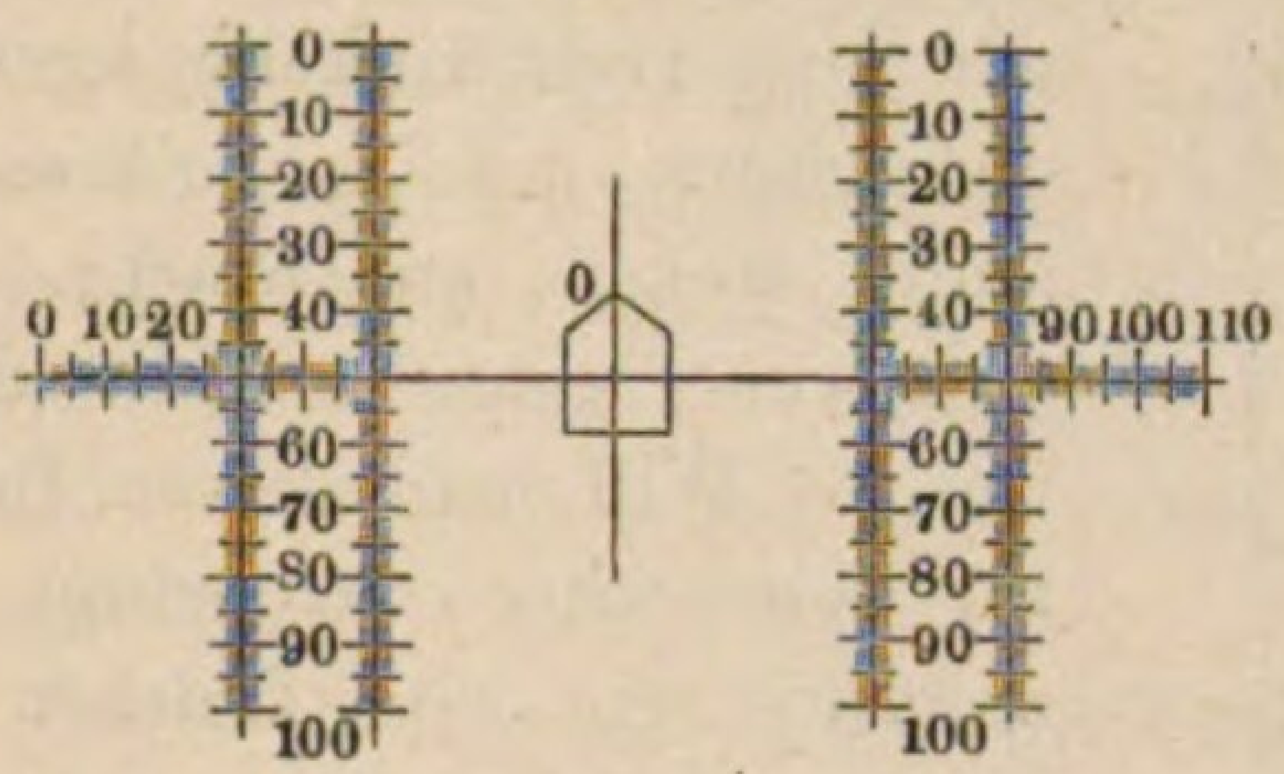
Etwa um die nämliche Zeit gab Amyot (*Quart. Journ.* IV, p. 303) eine Art elfenbeinernen Index an, der sich um eine Axe dreht: das eine Ende desselben hat eine getheilte Scala, das andere in eine Spitze auslaufende Ende bewegt sich über eine zweite aber gebogene Scala.

Auch der von Brodie ersonnene und von Okeden (*Quart. Journ.* 1855, X, p. 169) beschriebene Indicator stimmt im Wesentlichen mit jenem von Wright überein.

Ein anderer Weg wurde von Bridgman eingeschlagen. Dieser beschrieb 1855 (*Quart. Journ.* XI, p. 237) eine Vorrichtung, die an das Objectivsystem befestigt wird, und woran sich ein kleiner Diamant befindet, der gerade unter die unterste Linse und somit über das Object gebracht werden kann. Bewegt man das Mikroskop nach abwärts, bis der Diamant aufstösst, und dreht man dann das Objectiv herum, so zieht man einen kleinen Kreis gerade um das Object. Diese Einrichtung dürfte aber ihrer Kostbarkeit wegen nur etwa für solche brauchbar sein, die mit angefertigten Probeobjecten Handel treiben. Uebrigens hat sie vor den bisher beschriebenen den grossen Vorzug, dass sie die Stelle des Objects für alle Mikroskope angiebt, nicht blos für jenes, mit welchem die Bestimmung ausgeführt wurde.

Gerade deshalb erfand Bailey (*Quart. Journ.* 1855, XIII, 55) seinen sogenannten Universalindicator, der Fig. 230 in halber Grösse dargestellt ist. Seine Verbesserung besteht hauptsächlich darin, dass auf der Tafel mit der horizontalen und vertikalen Eintheilung zugleich auch zwei einander kreuzende Linien angebracht sind, deren Kreuzungspunkt erst in die Mitte des Gesichtsfeldes kommen muss. Um aber dabei das Licht nicht abzuhalten, ist dieses Kreuz auf ein gerade in die Oeffnung passendes Stückchen Papier gezeichnet, das sich von drei Seiten abheben und zurückschlagen lässt, sobald gehörig centrirt ist; oder das Kreuz ist mit einem Diamanten auf ein in die Oeffnung passendes Glastäfelchen aufgetragen. Sind nun die Scalen (50 Abtheilungen auf 1 Zoll) auf Stahl, Messing oder Stein gravirt, so kann man gleiche Abdrücke auf Papier machen, und wer einen solchen Abdruck hat, der kann leicht mit seinem Mikroskope das Object wiederfinden, dessen Stelle mit einem andern, aber doch gleichen Indicator einmal bestimmt worden ist. Um dies noch genauer zu können, zieht Bailey auf dem Glase der Objectplatte mit einem Diamanten noch Linien, eine der Länge nach, die nur den mittlern Theil für das Object frei lässt, und zwei andere zunächst den Enden, die sich rechtwinkelig mit der ersteren schneiden. Diese Linien lässt man statt der Ränder des Objecttisches mit den Theilungen zusammenfallen, durch welche die Stelle des Objectes bezeichnet wird.

Fig. 230.



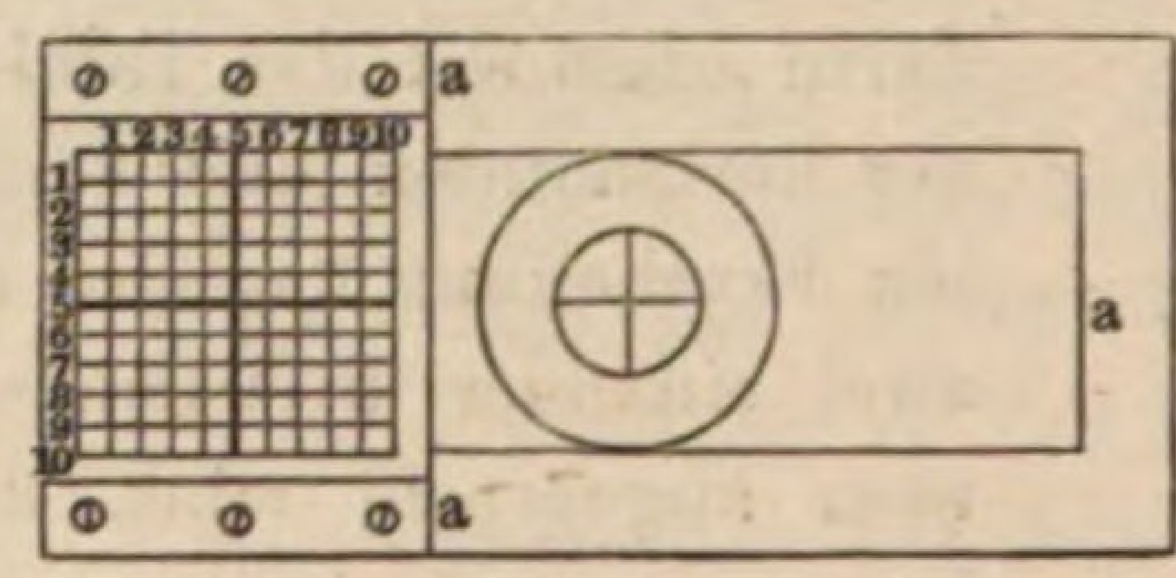
Bailey's Universalindicator.

Weiterhin gab Amyot (*Quart. Journ.* 1855, XIV, p. 152) eine Einrichtung an, die in der Hauptsache mit Bailey übereinstimmt. Nur nimmt er als mittleres Stück eine kleine knöcherne Scheibe, die gerade in der Mitte eine ganz kleine Oeffnung für das Centrum des Gesichtsfeldes hat; ist sie dort, so wird die kleine Scheibe an einem daran befindlichen kleinen Stifte weggehoben. Die mit dem Diamanten auf die Objectplatten gezogenen Linien erachtet er übrigens für überflüssig.

Die *Microscopical Society* in London beauftragte eine Commission (H. H. Jackson, Brooke, Wenham) mit der Prüfung der Indicatoren, und diese empfahl in ihrem Berichte (25. Juni 1856) einen Indicator, der Fig. 231 in halber Grösse dargestellt ist, jedoch mit Weglassung der feinsten Theilungen. Der Rahmen *aaa* aus Metall oder Holz ist $3^1/_4$ Zoll lang und $1^1/_2$ Zoll breit. An der Aussenseite befindet sich ein erhabener Rand, $^1/_4$ Zoll breit, wozwischen die Glastafel mit dem Präparate gelegt wird. In der Mitte zeigt sich eine zollbreite Oeffnung. Links befindet

sich eine vierseitige Messingplatte, die so weit über den Rahmen hervorsteht, dass ein Objectgläschen von gewöhnlicher Dicke darunter geschoben werden kann. Auf dieser Messingplatte ist die Theilung mit den sich rechtwinkelig kreuzenden Linien, die $^1/_{56}$ Zoll auseinander stehen, angebracht. Die mittleren Linien sind die dickeren. — Will man diesen Indicator gebrauchen, so bringt man zunächst ein Glastäfelchen von der gewöhnlichen Grösse der Objecttäfelchen, in dessen Mitte mit dem Diamanten ein Kreuz gezogen ist, in den Rahmen und schiebt es unter die eingetheilte Messingplatte, bis es am oberen und am Seitenrande anstösst. Den Kreuzungspunkt bringt man hierauf in die Mitte des Gesichtsfeldes. Für die Theilungen ist ein Zeiger bestimmt, nämlich ein hufeisenförmig gebogener Messingstreifen, der an dem einen Ende in eine feine Spitze ausläuft und am anderen Ende eine Schraube hat, wodurch er unter dem Objecttische befestigt werden kann. Die feine Spitze wird so gestellt, dass sie sich gerade über dem Kreuzungspunkte der dickeren Linien auf der getheilten Scala befindet. Nun vertauscht man das zuerst genommene Glastäfelchen mit jenem, worauf sich das Object befindet, dessen Stelle gefunden werden soll. Es kommt ebenfalls so in den Rahmen, dass es an den oberen Rand und an die Seitenwände desselben unter der Messingplatte stösst, und das ganze Object wird dann ins Gesichtsfeld gebracht, indem man den ganzen Rahmen bewegt. Da nun die Spitze des Zeigers den Platz nicht verändert hat, so kann man auf der Scala die beiden Zahlen ablesen, welche angeben, wie weit der Rahmen in beiden senkrechten Richtungen bewegt werden muss, um das Object in die Mitte des Gesichtsfeldes zu bringen.

Fig. 231.



Indicator der Microscopical Society.

Noch später hat auch Edwards (*Quart. Journ.* 1857, XX, p. 200) zwei solche etwas modificirte Einrichtungen beschrieben, die etwas einfacher sind als die vorhergehende, und ebenso beschrieb auch Bridgman (*Quart. Journ.* XX, p. 206) ein Verfahren, welches etwas davon abweicht, und wobei am Körper des Mikroskopes ein Zeiger angebracht ist, der sich an einer getheilten Scala bewegt.

Endlich hat Maltwood (*Quart. Journ.* April 1858, p. 59) noch einen Indicator angegeben, dessen wesentliche Einrichtung darauf hinausläuft, dass eine in kleine Vierecke getheilte photographirte Scala an die Stelle des Objecttäfelchens in das Feld des Mikroskopes gebracht wird. Dabei muss aber Sorge getragen werden, dass die eine Seite gegen

einen Stopfen auf dem Objecttisch stösst, damit die Stellung immer die nämliche bleibt.

Aus dieser gedrängten Uebersicht ist ersichtlich, dass selten ein Gegenstand in so kurzer Zeit so vielfach auf zweckmässige Weise in Angriff genommen wurde, wie der Indicator. Alle diese verschiedenen Apparate sind aber überflüssig, wenn man mein oben beschriebenes einfaches Verfahren (II, S. 309) anwendet, das gerade seiner Einfachheit wegen wohl allgemeinen Eingang finden sollte, gleichwie das ebendaselbst erwähnte Hoffmann'sche Verfahren, wie man ein Object während einer Untersuchung wiederfinden kann.

Ich habe nur noch beizufügen, dass diese Methode bei einem Mikroskope, wo zum Beleuchtungsapparate ein achromatischer Condensator gehört und ein kleines erhelltes Feld auf die Objectplatte fällt, sehr erleichtert wird. Zur Ortsbestimmung kann dann ein rechtwinkelig geschnittenes Stückchen Papier benutzt werden, dessen Ecke ins Centrum der erhellten Stelle kommt. Durch die horizontale und vertikale Seite wird dann die Localität des Objectes nach Länge und Breite bestimmt.

Alphabetisches Namen- und Sachregister

des

ersten (I), zweiten (II) und dritten (III) Bandes.

A.

Abbey (W.) empfiehlt salpeters. Rosanilin zur Tinction II, 140.
Abbildungen mikroskop. Objecte II, 276.
Abdrücke von Oberflächen II, 141.
Aberration (chromatische) bei Linsen I, 37.
Aberration (chromatische) überverbessert I, 47.
Aberration (chromatische) unterverbessert I, 47.
Aberration (sphärische) bei Hohlspiegeln I, 11.
Aberration (sphärische) bei Linsen I, 32. 113.
Aberrationsverbesserung des Mikroskopes zu prüfen I, 281.
Abzählung im Gesichtsfelde zu erleichtern III, 376.
Accommodationsvermögen des Auges I, 48.
Achromatische Beleuchtungsapparate III, 313.
Achromatische Doppellinse I, 43.
Achromatische Doppellinse (III) von: Aepinus 132, Amici 140, Beeldsnyder 132, Charles 133, Chevalier 139, van Deyl 131, Dollond 130, Domet 137, Marzoli 138, Putois 140, Selligue 139, Tulley 137. 198.
Achromatische Doppellinse zuerst von Chester More Hall zusammengesetzt III, 130.
Achromatische Kugel nach Brewster III, 137.
Achromatismus nach Brewster III, 137.
Achromatismus nach Euler III, 131.
Acide cérébrique II, 191.
— *oléophosphorique* II, 191.
Adams' (Archibald) Doublet III, 61.
Adams' Lampenmikroskop III, 283.
— Nadelmikrometer III, 366.
Adams verfertigt Glaskügelchen III, 45.
Adams' zusammengesetztes Mikroskop III, 119.
Adern und Streifen in Linsen I, 296.
Adie fertigt Edelsteinlinsen III, 70.
Aepinus' achromatische Objectivlinse III, 132.
Aepinus über Sonnenmikroskope III, 284.
Aequivalente einfache Linse I, 117.
Aetherisches Oel, mikrochemisch II, 203.
Aetherisiren von Fröschen II, 107.
Aetzalkalien als morphologische Reagentien II, 223.
Aetzkali, Reagens für Proteïnverbindungen II, 195.
Aetzkali, Reagens für Zucker II, 200.
Agave americana enthält Raphiden aus oxalsaurem Kalke II, 179.
Aggiunti (Nicolo) bezeichnet das Mikroskop als Microtelescopium III, 29.
Airy verbessert das Eirometer III, 390.
Albert's Polarisator III, 333.
Albrecht (Erzherzog) erhält und verschenkt eins der ersten Mikroskope III, 28.
Aleandro in Rom erhält durch Peiresc Nachricht übers Mikroskop III, 22.
Algen aufzubewahren nach Thwaites III, 419.
Alhazen Ben Alhazen über Convexgläser III, 12.

Alkannawurzel mit Terpentinöl zu Injectionen II, 135.
Alkohol als Erhärtungsmittel II, 85.
Amadio, Mikroskopverfertiger in London III, 221.
Amici's achromatische Linsen III, 140.
Amici benutzt die Camera lucida beim katadioptrischen Mikroskope III, 392.
Amici benutzt zuerst Immersion I, 159. III, 174.
Amici's Camera lucida I, 191.
Amici's Compressorium III, 350.
— katadioptrisches Mikroskop I, 176. III, 268.
Amici modificirt Soemmerring's Spiegelchen I, 191.
Amici's Polarisationsapparat III, 331.
Amici's zusammengesetzte Mikroskope III, 167.
Ammoniaksalze, mikrochemisch II, 212.
Amphipleura I, 321.
Amsler's Planimeter II, 267.
Amylum, mikrochemisch II, 195.
Amylumkörner als Probeobjecte I, 324.
Amyot's Indicator III, 422.
Analogie bei der Mikroskopie II, 12.
Anatomisches Mikroskop von Lieberkühn III, 53.
Anian bildet Cherubin's binoculäres Mikroskop nach III, 101.
Anilin zu Tinctionen II, 140.
Animal life box III, 337.
Anlaufen der Linsen I, 299.
Aplanatische Beleuchtung I, 238.
— Brennpunkte I, 47.
— Linsen I, 46.
Archimedes' Brennspiegel III, 11.
Argynnis cynxia I, 316. 317.
Aristophanes erwähnt ein Brennglas III, 7.
Armati, Erfinder der Brillen III, 17.
Arsenige Säure für mikroskop. Präparate II, 300.
Arsenigsaures Kali für mikroskop. Präparate II, 301.
Asphaltlack zum Verkitten II, 304.
Asphyxirung kleiner Wasserthiere II, 104.
Auctionskatalog von Leeuwenhoek III, 39.
Auer's mikroskop. Photographien II, 282.
Aufbewahren mikroskop. Präparate II, 296. III, 415.
Auffallendes Licht zur Beleuchtung I, 239. III, 322.
Auflösungsvermögen des Mikroskopes I, 275.
Augen des Mikroskopikers II, 3.
Augenglas I, 135.
Axendurchschnitte II, 18.
Axenstrahlen bei der Beleuchtung abzuhalten III, 310.

B.

Baader in München, Mikroskopverfertiger III, 195.
Baco (Roger) kennt Convexgläser III, 13.
Bailey's Universalindicator III, 423.
Bajonetverbindung bei den Objectivsystemen I, 168.
Baker's Mikrometer aus Kopfhaaren III, 368.
Baker über das Bildmikroskop III, 279.
— über Leeuwenhoek's Mikroskope III, 38.
Balthasar über Mikrometrie III, 365.
Barba benutzt della Torre's Glaskügelchen III, 45.
Barfuss empfiehlt ein Correctivglas im zusammengesetzten Mikroskope III, 257.
Barker (Robert) erfindet ein katadioptrisches Mikroskop III, 266.
Barnabita's katadioptrisches Mikroskop III, 275.
Barytwasser bei Sehnen II, 225.
Beale (L.) benutzt Glycerin zu Injectionsmassen II, 121.
Beale's Deckplättchen II, 68.
Beale's Glaströge II, 73.
Beale's Injection der Gallencanälchen II, 134.
Beale's Tinction mit Karmin II, 140.
Beck's (Rich.) einfaches Mikroskop III, 93.
Beck's drehbarer Objecthalter III, 340.
Beck's feuchte Kammer III, 343.
Beck's Lichtcondensation durchs Objectiv III, 327.
Becker's (in Gröningen) Hydrooxygengasmikroskop III, 298.
Beek (A. van), Sichtbarmachen schnell bewegter Objecte II, 110.
Beeldsnyder's achromatische Objective III, 132.
Befestigung der Objecte II, 75.
Befeuchtung der Objecte II, 97.
Begrenzungsvermögen des Mikroskopes I, 275. 325.
Beleuchtung (aplanatische) I, 238.
— (excentrische) III, 308.
— durch Diaphragmen regulirt I, 235. III, 305.
— durch totale Reflexion I, 241.
— mit auffallendem Lichte I, 239. III, 323.
— mit durchfallendem Lichte I, 226.
— mit homogenem oder monochromatischem Lichte I, 239. III, 313.
— mit polarisirtem Lichte III, 329.
— mit schief auffallendem Lichte I, 245.
— mikroskopischer Objecte I, 225.
Beleuchtungsapparate I, 230. III, 106. 304.
Beleuchtungseinrichtung für's Bildmikroskop I, 125. III, 306.
Beleuchtungslinsen III, 323.
Beleuchtungsspiegel I, 231. 250.
Beleuchtungsstrahlen, deren Richtung I, 232.

Belthle's Mikroskope III, 191.
Bénèche und Wasserlein in Berlin, Mikroskope III, 191.
Benzoësäure, mikrochemisch II, 186.
Bergkrystall, Brechungsexponent I, 17.
— im Alterthume bearbeitet III, 5.
Bergkrystalllinsen III, 70.
Berlinerblau zu Injectionen II, 126.
Berres' Abbildungen I, 134.
Berres bemüht sich um die mikroskop. Daguerreotypie III, 293.
Bertin, Bestimmung des Brechungsvermögens II, 151.
Bertsch, mikroskop. Photographien II, 282.
Beryll, Brechungsexponent I, 17.
— im Alterthume bearbeitet III, 5.
Beseke rühmt Tiedemann's Mikroskope III, 126.
Bewegung durch Vermischen ungleichartiger Flüssigkeiten II, 51.
Bewegung kleiner Thiere zu beschränken II, 103.
Bewegung, pflanzliche und thierische II, 53.
Bewegungen im Gesichtsfelde II, 49.
Bewegungen in Pflanzenorganen II, 105.
— (rasche) sichtbar zu machen II, 109.
Bilder durch convexe Linsen I, 27.
Bildmikroskop I, 2. 123. 132. II, 245. III, 277.
Bildumkehrendes Mikroskop von Nachet III, 228.
Bildumkehrendes Mikroskop von Plössl III, 232.
Bildumkehrendes Mikroskop verglichen mit dem einfachen Mikroskope I, 224.
Bildumkehrung I, 216.
— durch Prismen I, 216. III, 228.
— durchs Ocular I, 218. 221.
Bildumkehrung durch doppelte Objective III, 231.
Bildumkehrung nach Lister III, 227.
Bildumkehrung, Kritik der benutzten Mittel III, 233.
Biliphaein, mikrochemisch II, 205.
Bimetaantimonsaures Natron II, 171.
Binoculäres Mikroskop I, 213. III, 241. Von Rich. Beck III, 94, Cherubin III, 101, Harting III, 243, Nachet III, 244, Riddell III, 241, Wenham III, 246.
Binoculus von Lippershey III, 101.
— von Reita III, 101.
Birkbeck benutzt Hydrooxygengas in der Laterna magica III, 297.
Blackie's Coneopsid aus Granat III, 58.
— Doublets aus Edelsteinlinsen III, 73.
— Edelsteinlinsen III, 70.
Blaues Licht des Himmels zur Beleuchtung I, 250.
Blausaures Eisenoxydulkali macht die Saftwege der Pflanzen sichtbar II, 137.
Blei (kohlensaures) zu weisser Injectionsmasse II, 129.
Blut im Harne II, 217.
Blutkörperchen im Harne II, 218.
— unverändert in Sublimatsolution II, 300.
Blutkrystalle II, 191.
Blutlaugensalz bei Knochen- und Zahnschliffen II, 139.
Blutumlauf zu beobachten II, 106. III, 344.
Boa constrictor II, 184.
Bombyx dispar I, 316.
Bonannus' Klemmapparat III, 353.
Bonannus über mikroskop. Untersuchungen III, 19.
Bonannus verbessert die Beleuchtung durchsichtiger Objecte III, 305.
Bonannus' zusammengesetztes Mikroskop III, 108.
Bond benutzt zuerst Canadabalsam für mikroskop. Präparate III, 418.
Boot (direct and diagonal) III, 402.
Boraxglas, Brechungsexponent I, 17.
— Farbendispersion I, 38.
Boreel (Willem) schreibt den Brillenschleifern Janssen die Erfindung des Mikroskopes zu III, 23.
Borellus (Petrus) empfiehlt Fischleimlinsen III, 68.
Borellus (Petrus) über Erfindung des Mikroskopes III, 23.
Botanisches Mikroskop I, 2.
Böttger's Zuckerprobe II, 200.
Bouguer und Savery erfinden das Doppelbildmikrometer III, 388.
Bouquet, Mikroskopverfertiger III, 148.
Bourgogne in Paris für Diatomeen I, 319.
Bournon über Kalkspath II, 176.
Brachet (Achille) über Amici's Mikroskope III, 173.
Brander's (G. F.) Klemmapparat III, 354.
— Mikrometer III, 367.
— Mikroskope III, 121.
— Sonnenmikroskop III, 283.
Braune Färbung im Gesichtsfelde des katadioptrischen Mikroskopes I, 183.
Brechung der Lichtstrahlen I, 17.
Brechungsexponent I, 17.
Brechungsvermögen der bei mikroskop. Beobachtung benutzten Medien II, 34.
Brechungsvermögen der Körper durchs Mikroskop zu bestimmen II, 149.
Brenngläser bei den Alten III, 7.
Brennpunkt (aplanatischer) I, 47.
— paralleler Strahlen I, 6.
Brennweite convexer Linsen I, 24.
— der Hohlspiegel I, 6.
— der Kugeln I, 27.
— der Linsen I, 102. 104.
Brewster's achromatische Kugel III, 137.

Brewster's achromatische Objective III, 137.
Brewster ändert das Sonnenmikroskop III, 285.
Brewster's aplanatische Beleuchtung I, 238.
— Beleuchtung mikroskop. Objecte I, 229. III, 311.
Brewster benutzt polarisirtes Licht beim Mikroskope III, 329.
— bestimmt das Brechungsvermögen durch das Mikroskop II, 149.
— empfiehlt Diamantlinsen III, 70.
— empfiehlt Fischkrystalllinsen III, 69.
— empfiehlt Glasfäden für Mikrometer III, 382.
— empfiehlt Flüssigkeiten zu Linsen III, 69.
— empfiehlt Rückenlage zur mikroskop. Beobachtung I, 174.
Brewster's katadioptrische Mikroskope III, 274.
— katoptrisches Objectiv I, 178.
— Mikrometrie III, 385.
— monochromatische Beleuchtung III, 313.
Brewster über Schmetterlingsschüppchen I, 311.
— über Smith's katadioptrisches Mikroskop III, 267.
Brewster verbessert die sphärische Aberration der Linsen I, 113.
Brewster's verbesserte Linsen III, 58.
Brewster will das Object im Brennpunkte convergirender Strahlen I, 229.
Brewster's Winkelmessung III, 397.
Bridgeman's Beleuchtung mit auffallendem Lichte III, 325.
— Indicator III, 422.
Brillen, erstes Vorkommen derselben III, 15.
Brodie's Indicator III, 422.
van den Broek über Galle II, 205.
van den Broek über Zucker II, 198.
van den Broek's (in Arnhem) Bildmikroskop III, 293.
Brooke's drehbare Objective III, 222.
Brooke über Durchdringungsvermögen I, 275.
Brookes über Govi's Bestimmung des Oeffnungswinkels I, 293.
Brown über das Mikroskop von Georg Merz III, 177.
Browning über Lichtcondensation III, 327.
— über Spectralanalyse II, 155.
Bruch benutzt die Doppelsäge II, 90.
Brücke empfiehlt Canarienglas bei Beleuchtung durch den blauen Himmel I, 250.
Brücke's Lupe III, 77.
Brunner in Paris, Mikroskopverfertiger III, 166.
Bryson's (Al.) Beleuchtungsapparat III, 318.
Buffhum and Son in Milburne in Nordamerika, Mikroskopverfertiger III, 225.
Burnett über englische und nordamerikanische Objective III, 225.
Burucker's (in Nürnberg) Mikroskope III, 121.
Burucker's Sonnenmikroskop III, 283.
Busk's magnetischer Objecttisch III, 355.
Butterfield's Glaskügelchen III, 44.

C.

Callicrates' Elfenbeinarbeiten III, 9.
Camera lucida I, 190.
— — beim einfachen Mikroskope III, 395.
— — beim zusammengesetzten Mikroskope III, 392.
Camera-obscura-Mikroskop III, 281.
Campana verfertigt zusammengesetzte Mikroskope nach Tortona's Muster III, 107.
Campani's (in Bologna) Ocular I, 151.
— zusammengesetzte Mikroskope III, 100.
Campher auf eiweissartige Befeuchtungsmittel II, 98.
Camphine statt Wasserstoffgas beim Hydrooxygengasmikroskope III, 299.
Canadabalsam, Brechungsexponent I, 17.
— Farbendispersion I, 38.
— für mikroskop. Präparate II, 298. III, 418.
Canadabalsam zwischen Linsen krystallisirt I, 300.
Canarienglas auf den Objecttisch I, 250.
Canzius (Onderdewyngaart) in Delft, später in Brüssel, Mikroskopverfertiger III, 128.
Capanema's Mikrotom III, 410.
Carlevaris über Magnesiumlicht III, 302.
Carpenter, Beleuchtung durch schief einfallendes Licht I, 245.
Carpenter benutzt mikroskop. Daguerreotypie III, 293.
Carpenter handhabt den mikroskop. Schreibapparat von Peters III, 9.
Carpenter über Diatomeen I, 320.
Carpenter über Durchdringungsvermögen I, 275.
Carpenter über J. Herschel's aplanatisches Doublet I, 164.
Carry (J.) construirt das Hydroxygengasmikroskop III, 298.
Carry's Taschenmikroskope III, 91.
Castracane benutzt einzelne Abschnitte des Spectrums zu monochromatischer Beleuchtung III, 313.
Castracane's mikroskopische Photographien II, 282.
Cavallo's Perlmuttermikrometer III, 368.
Cavalleri's katadioptrisches Mikroskop III, 275.
Cazalat (Galy) hilft am Hydroxygengasmikroskope III, 298.

Celi (Marco Antonio) verfertigt zusammengesetzte Mikroskope nach Tortona's Muster III, 107.
Cellulose, mikrochemisch II, 196.
Centrirung optischer Apparate I, 304.
Ceratoneis I, 321. 322.
Cesi (Federico) erhält ein Mikroskop von Galilei III, 26.
Cesi von Syrturus besucht III, 31.
Chance in Birmingham verfertigt Deckglas für mikroskop. Objecte III, 401.
Chara II, 104.
Charles in Paris beschäftigt sich mit achromatischen Linsen III, 133.
Chauliac (Guido de) spricht bestimmt von Brillen III, 18.
Chaulnes (Duc de) hat zuerst die diagonale geradlinige Bewegung des Mikroskopes III, 358.
Chaulnes' (Duc de) Mikroskop III, 121.
Chelidonium majus II, 105.
Chemische Einwirkung auf mikroskop. Objecte II, 36.
Cherubin's binoculäres Mikroskop III, 101.
Chevalier's achromatische Linsen III, 140.
Chevalier über die Schüppchen auf *Pieris brassicae* I, 312.
Chevalier's bildumkehrendes Prisma III, 228.
Chevalier bringt aplanatische Linsen ans Sonnenmikroskop III, 286.
Chevalier's Doublets III, 65. 67.
— Edelsteinlinsen III, 72.
— einfaches Mikroskop III, 82.
Chevalier empfiehlt Glimmerblättchen beim polarisirenden Mikroskope I, 259.
Chevalier's Goniometer III, 397.
— katadioptrisches Mikroskop III, 269.
— Klemmfeder III, 354.
Chevalier's mikroskop. Schraubstock III, 406.
— photoelektrisches Mikroskop III, 300.
— umgekehrtes Mikroskop III, 234.
Chevalier will den optischen Apparat unbeweglich I, 173.
Chevalier will die Sonnenlichtbeleuchtung durch gefärbte Gläser schwächen I, 248.
Chevalier's zusammengesetzte Mikroskope III, 141.
Children und Collins vereinfachen das Gasmikroskop III, 299.
Chlorammonium mikrochemisch II, 172.
— im Harne II, 217.
Chlorcalcium als Bewahrmittel II, 297. III, 420.
Chlorcalcium auf weingeisterhärtete Präparate II, 86.
Chlorkalium, mikrochemisch II, 169.
Chlornatrium, mikrochemisch II, 169.
— Harne II, 217.
Chloroform zum Lösen des Canadabalsams II, 299.
Chlorophyll in Sublimat zu conserviren II, 301.
Chlorsalze, mikrochemisch II, 211.
Chlorsilber zu weissen Injectionen II, 130.
Chlorwasserstoffsäure, mikrochemisch II, 211.
Chlorzink, Reagens auf Cellulose II, 197.
Cholepyrrhin II, 205.
Cholestearin II, 190.
Chordendurchschnitte II, 18.
Chromatische Aberration I, 37.
— — Einfluss auf die Linsenbilder I, 39.
— — Länge derselben I, 39.
— — Verbesserung derselben I, 41.
Chromgelb zu Injectionen II, 123.
Chromsäure als Bewahrmittel II, 303.
Chromsäure als Erhärtungsmittel II, 86.
— zum Sichtbarmachen durchsichtiger Theile II, 138.
Chromsaures Blei zu Injectionen II, 123. 127.
Chromsaures Kali als Bewahrmittel II, 303.
Cilien, deren Bewegung II, 50.
Cimetière des petits animaux III, 36.
Cirkelmikroskope III, 43.
Citronensäure, morphologisches Reagens II, 221.
Clarke, Erhärtung des Rückenmarks durch Weingeist II, 86.
Clausen's Doppelbildmikrometer III, 390.
Coddington's Linsen III, 58. 74.
— — am Sonnenmikroskope III, 286.
Colcothar vitrioli auf Streichriemen II, 64.
Colias rhamni I, 316.
Collectivglas im zusammengesetzten Mikroskope I, 139. 153.
Collins in London, Mikroskopverfertiger III, 220. 299.
Collodium zu Deckplättchen III, 402.
Collodium zur Untersuchung von Nerven II, 225.
Collodiummikrometer III, 376.
Compressorium III, 347. Von Amici 350, Bischoff 352, Dujardin 350, Ehrenberg 348, Goeze 348, Highley 351, Lister 349, Maissiat und Thuret 352, Oberhäuser 350, Pacini 348, Purkinje 348, Quatrefages 351, Ross 352, Savi 348, Schiek 350, Wallach 351, Yeates 351.
Comprimiren der Objecte II, 102.
Coneopsid III, 58.
Conradi's zusammengesetztes Mikroskop III, 103.
Convergirende Strahlen I, 4.
— — von einer ebenen Fläche reflectirt I, 6.
Cooper (J. T.) lässt das Hydroxygengasmikroskop construiren III, 297.

Correctionseinrichtung I, 158.
Correctivglas im zusammengesetzten Mikroskope nach Barfuss III, 257.
Cosson's einfaches Mikroskop von Nachet III, 83.
Coventry's feine Theilungen auf Glas III, 368.
Cramer benutzt Kupferoxydammoniak als mikrochemisches Reagens II, 197.
Crooke's Glaskügelchen III, 46.
Cuff benutzt den Spiegel beim Sonnenmikroskope III, 282.
Cuff's einfaches Mikroskop III, 56.
Cuff's zusammengesetztes Mikroskop III, 114.
Culpeper und Scarlet's Fischpfanne III, 345.
Culpeper und Scarlet's Klemmapparat III, 353.
Culpeper und Scarlet's zusammengesetztes Mikroskop III, 113.
Cuno (Cosmus Conrad in Augsburg) verfertigt einfache Mikroskope III, 40.
Custance in England verfertigt dünne Holzschnitte III, 407. 417.
Cuthbert über metallene Hohlspiegelchen I, 181. III, 270.
Cycas circinalis II, 176.
Cyclose der Pflanzen zu beobachten II, 105.
Cylinderblendungen III, 316.
Cylinderlinse aus Wasser III, 68.
Cylinderlupe I, 113. III, 59.
Cystin, mikrochemisch II, 188. 206.
— im Harne II, 218.

D.

Dagron über Photographie II, 293.
Daguerreotypie aufs Mikroskop übertragen III, 293.
Dakin führt das Focimeter ein III, 396.
Dalton's Bildmikroskop III, 291.
Dancer (J. B. in Manchester), Mikroskopverfertiger III, 219.
Dancer's Lichtcondensation durchs Objectiv III, 327.
Dark chamber von Varley III, 316.
Darker's kleiner Glastrog III, 341.
Darwin, Wahrnehmung entfernter Gegenstände I, 67.
Davies, mikroskop. Photographie II, 282.
Deane's Aufbewahrung mikroskop. Präparate III, 421.
Deane's Glycerinmischung II, 302.
Dechales benutzt die Laterna magica als Sonnenmikroskop III, 381.
Dechales' zusammengesetztes Mikroskop III, 104.
Deckglas III, 401.
Deckplättchen II, 67.
Deckplättchen, ihre Dicke durch Nobert's Apparat zu messen III, 188.
Deckplättchen influiren auf die Schärfe des Bildes I, 155.
Defining power I, 275.
Definirende Kraft des Mikroskopes I, 275.
Deleuil, Mikroskopverfertiger III, 81.
Deleuil modificirt Nicol's Prisma III, 330.
Dellebarre's zusammengesetztes Mikroskop III, 123.
Delves, mikroskop. Photographien II, 282.
Derbey's Bildmikroskop III, 291.
Derham über Gascoigne's Schraubenmikrometer III, 365.
Descartes' falsche Ansichten über Leistungen des Teleskopes III, 33.
Descloiseaux's Polarisationseinrichtung III, 333.
Deyl (Hermann und Jan van) Mikroskopverfertiger III, 127. 134.
— verfertigen achromatische Fernrohre III, 131.
— verfertigen achromatische Objective III, 132.
Diamant bei den Alten aus Glas gefälscht III, 7.
Diamant, Brechungsexponent I, 17.
— Farbendispersion I, 38.
Diamantlinse, erste vom J. 1824 III, 70.
Diamantlinsen, Preis III, 72.
Diamantmikroskop III, 148.
Diamantstaub auf Streichriemen II, 64.
Diaphragma am Beleuchtungsapparate I, 235. III, 305. 316.
Diaphragma bereits am Mikroskope von J. Musschenbroek III, 43.
Diatomeen als Probeobjecte I, 319.
— zu conserviren II, 297.
Dickenmesser III, 392.
Diffractionslinien um die mikroskop. Objecte II, 41.
Diffractionsringe beim aplanatischen Mikroskope I, 286.
Diffuses künstliches Licht I, 256.
Diffuses Sonnenlicht zur Beleuchtung I, 248.
Dikatopter III, 392.
Dioptrische Bildchen als Probeobjecte I, 329.
Dioptrische und katoptrische Mikroskope verglichen I, 180. III, 277.
Διοπτρον III, 10.
Dispersionsvermögen I, 37.
Dissectionsmikroskop I, 224. Von Nachet III, 84, Pritchard III, 86, Quekett III, 93, Slack III, 91, James Smith III, 92.
Divergirende Strahlen I, 4.
— — in Medien mit parallelen Flächen I, 18.
Divergirende Strahlen von einem Hohlspiegel reflectirt I, 7.

Divergirende Strahlen von einer ebenen Fläche reflectirt I, 5.
Divini (Eustachio) benutzt Doublets als Oculare III, 61.
Divini's zusammengesetztes Mikroskop III, 100.
Dollond ändert das Sonnenmikroskop III, 286.
Dollond ändert Wollaston's einfaches Mikroskop III, 64.
Dollond's Diaphragma III, 317.
— Eirometer III, 388.
— Taschenmikroskop III, 91.
— Verdienste um den Achromatismus III, 130.
Dollond's zusammengesetztes Mikroskop III, 120.
Domet's achromatische Linsen III, 137.
Donders empfiehlt Aetzkalien zur Mikrochemie II, 223.
Donders empfiehlt mattgeschliffene Fensterscheiben zur Tagesbeleuchtung I, 249.
Donders über Molekularbewegung in den Speichelzellen II, 52.
Donders über *Mouches volantes* I, 90.
Donné benutzt die mikroskop. Daguerreotypie II, 282. III, 293.
Doppelbildmikrometer III, 388.
— von Airy III, 390.
— von Clausen III, 390.
— von Savery und Bouguer III, 388.
Doppelcirkel zum Messen der Bilder I, 272.
Doppellancette II, 61. 90.
Doppellinse, achromatische I, 43.
— aus Bergkrystall und Flintglas III, 184.
— überverbesserte I, 45.
— unterverbesserte I, 45.
Doppelmeisel II, 61. 90.
Doppelmesser II, 59, 89. III, 406.
Doppelsäge II, 90.
Doppelsehen I, 192.
Doppelsehen beim Messen der mikroskop. Vergrösserungen I, 269. II, 246.
Doppeltchromsaures Kali als Erhärtungsmittel II, 87.
Doppler empfiehlt die drehende Scheibe II, 109.
Doppler's katadioptrisches Haus III, 276.
— katadioptrisches Mikroskop I, 178.
Doppler über elliptische Spiegel I, 15.
Doublet I, 115.
— frühzeitig beim zusammengesetzten Mikroskope benutzt III, 61.
Doublet (aplanatisches) III, 61.
— Vorzüge vor einer gleich starken einfachen Linse III, 66.
Doublet (aplanatisches) aus Edelsteinlinseen III, 73.
Doublet (aplanatisches) zum Ersatze der Stanhope'schen Linse III, 67.
Doyere über gelbe Injection II, 123.
Draht zum Messen der mikroskop. Vergrösserung I, 270.
Drebbel angeblich Erfinder des zusammengesetzten Mikroskopes III, 21, 26. 30.
Drummond's Licht III, 297.
Dubosq (Jules) verbessert das photoelektrische Mikroskop III, 301.
Dujardin, Beleuchtung mikroskop. Objecte I, 229.
Dujardin's Beleuchtungsapparat III, 314.
— Compressorium III, 350.
Dujardin empfiehlt Glasprismen statt des Glasspiegels zur Beleuchtung III, 306.
Dujardin über Wachs II, 203.
— verlangt aplanatische Beleuchtung I, 238.
— will das Object in den Brennpunkt convergirender Strahlen gebracht I, 229.
Dunkler Raum beim Bildmikroskope I, 129.
Dunkles Zimmer zur mikroskopischen Beobachtung I, 251. II, 6.
Durchdringungsvermögen des Mikroskopes I, 275. 276.
Durchfallendes Licht I, 226. II, 27.
Durchfallendes Licht beim zusammengesetzten Mikroskope zuerst von Tortona angewendet III, 107.
Durchschnitte für Präparate II, 79.

E.

Ebenung des Gesichtsfeldes durch ein Collectivglas I, 141.
Ebenung des Gesichtsfeldes im Mikroskope zu prüfen I, 307.
Edelsteinlinsen I, 115. III, 70.
— Preise derselben III, 72.
— Schwierigkeit der Bearbeitung III, 71.
Edwards' Indicator III, 424.
Eguisier's Irrigator II, 117.
Ehrenberg's Compressorium III, 348.
Ehrenberg empfiehlt das Trocknen mikroskopischer Präparate III, 417.
Ehrenberg über Chevalier, Plössl und Schiek III, 185.
Einfallswinkel I, 5.
Eirometer III, 388.
Eisen, mikrochemisch II, 215.
Eisensalze zu blauen Injectionen II, 124.
Eiterkörperchen im Harne II, 218.
Eiweiss im Harne II, 217.
Elektricitätsentlader von Plössl III, 404.
Elektrisches Licht beim Bildmikroskope III, 299.
— — bei rasch bewegten Theilchen II, 109.
Elektrisirung mikroskopischer Objecte II, 145.
Elkner, Mikroskopverfertiger III, 126.

Ellipsoidischer Spiegel I, 14.
Elliptische Aberration I, 15.
Ellis' Wassermikroskop III, 55.
Emmerich in Giessen, Mikroskopverfertiger III, 197.
Emsmann (H.) über den Dikatopter III, 392.
Engelhardt über Milchsäure II, 187.
Engell u. Co. in Wabern, Mikroskopenverfertiger III, 196.
Engyskop I, 2. III, 34. 198.
— reflectirendes von Amici III, 270.
Entoptische Gesichtserscheinungen I, 88.
Epithelialzellen im Harne II, 218.
Erecting glass III, 227.
Erhöhungen an mikroskop. Objecten II, 44. 46.
Ermüdung des Auges beim mikroskop. Beobachten mit künstlichem Lichte I, 253.
Essigsäure auf Proteïnverbindungen reagirend II, 195.
Essigsäure, morphologisches Reagens II, 221.
Euclides soll über Hohlspiegel handeln. III, 11.
Euler, Lichtstärke von Glaskügelchen I, 112.
Euler's theoretische Verbesserungen des zusammengesetzten Mikroskopes III, 122.
— Doublets III, 61.
Euler verbessert die Laterna magica und das Sonnenmikroskop III, 284.
Euler's Verdienste um den Achromatismus III, 122. 131.
Excentrische Beleuchtung III, 308.

F.

Fabri (Honoratius) über Divini's Mikroskope III, 100.
Fäden für Mikrometer III, 382.
Fadenförmige Körper in Luft und in Wasser I, 346.
Fahrenheit's Sonnenmikroskop III, 282.
Färbemittel zu Injectionen II, 122.
Farbenzerstreuungsvermögen I, 37.
Farbstoffe zur Sichtbarmachung der Nahrungswege lebender Thiere II, 139.
Färbung der Objecte im Gesichtsfelde II, 48.
Färbung des Gesichtsfeldes I, 304.
Farrants (R. J.), Aufbewahrung mikroskopischer Präparate III, 421.
Farrants, Glycerinmischung II, 302.
Feilen II, 63.
Fernpunkt des deutlichen Sehens I, 51.
Fett im Harne II, 217.
— mikrochemisch II, 201.
Fettkügelchen unterm Mikroskope II, 28.
Feuchte Kammer II, 98.
Fick's (Ludw.) mikroskopischer Spanner III, 353.
Fick's (L.) Planimeter II, 267.
Ficus elastica II, 105.
Field in Birmingham, Mikroskopverfertiger III, 221.
Finder s. Indicator.
Fischaugenlinsen III, 69.
Fischpfanne von Culpeper und Scarlet III, 345.
Fizeau über Lichtintensität I, 126.
Flächenhaftes Sehen durchs Mikroskop II, 43.
Flächenmessung mikroskopischer Objecte II, 266.
Flaschenhalter von Varley III, 346.
Fledermaushaar als Probeobject I, 325.
Flintglas, Brechungsexponent I, 17.
Fluorkieselbaryum II, 213.
Fluorkieselnatrium, mikrochemisch II, 170.
Focimeter III, 396.
Fontana angeblich Erfinder des zusammengesetzten Mikroskopes III, 20. 23. 98.
Fontana empfiehlt Spinnewebfäden zu Mikrometern III, 382.
Fontana's Linse von $^1/_{90}$ Zoll Brennweite III, 66.
Folkes' Mikrometernetz aus Silberdraht III, 368.
Folkes rühmt Leeuwenhoek's mikroskopische Sammlung III, 416.
Foraminiferen II, 298.
Fossile Körper in Schliffpräparaten II, 94.
Foucauld (Léon) benutzt die mikroskopische Daguerreotypie III, 293.
Franklin über Naturforschung II, 56.
Fraunhofer's achromatische Linsen III, 36.
Fraunhofer's Doublet III, 75.
— feine Glastheilungen III, 368. 374.
Fraunhofer, Verwittern der Linsen I, 298.
Frémy über Gehirnfette II, 191.
Fresnel über Lichtreflexion I, 189.
— über Selligue's achromatisches Mikroskop III, 139.
Frey empfiehlt schwefels. Baryt zu weissen Injectionen II, 130.
Frey's Rückenmarksdurchschnitte II, 81.
Frey's Tinction mit Karmin II, 140.
Froment's Glasmikrometer III, 368.
Froment's mikrographische Leistungen III, 8.
Froschhalter II, 106.
Funke's Krystallbildungen II, 168.
Fuss des Mikroskopes I, 174.
Fuss (Nicolaus) über Achromatismus III, 131.

G.

Galilei angeblich Erfinder des zusammengesetzten Mikroskopes III, 21. 23. 99.

Galilei erwähnt ein Teleskop-Mikroskop III, 24.
Galilei von Syrturus besucht III, 31.
Galle, mikrochemisch II, 205.
Gallenfarbstoff II, 205.
— im Harne II, 217.
Gallenkanäle zu injiciren II, 134.
Galvanotypie zur Erkennung von Erhöhungen und Vertiefungen II, 47.
Gascoigne wendet zuerst das Schraubenmikrometer an III, 365.
Gaslampe (mikroskopishe) von Highley III, 334.
Gasmikroskop I, 2. 123. 125.
Gaudin, geschmolzene Linsen III, 46.
Geistige Ruhe des Mikroskopikers II, 13.
Gelbe Färbung des künstlichen Lichts I, 253.
Gelbes Licht zur Beleuchtung III, 313.
Gerber, Bohren in Glasplatten II, 73.
Gerber's Doppelmesser II, 60.
Gerbsäure, mikrochemisch II, 209.
Gerbsäure zum Sichtbarmachen durchsichtiger Theile II, 139.
Gerlach, ammoniakalische Karminsolution II, 128.
Gerlach, farbige Füllung der Knochenkörperchen II, 134.
Gerlach, mikroskopische Photographie II, 283. 287. 292. 294. III, 293.
Gesichtseindrücke, Dauer derselben I, 86.
Gesichtseindrücke, negative und positive I, 78.
—, Unterscheidbarkeit derselben I, 71. 81.
Gesichtsfeld bei Lupen I, 108.
— dessen Durchmesser und quadratischen Inhalt zu bestimmen I, 273.
Gesichtsfeld, Ausdehnung desselben I, 307.
Gesichtsfeld, Färbung desselben I, 304.
Gesichtsfeld, Krümmung und Wölbung desselben I, 307.
—, Tiefe desselben I, 214.
Gesichtsfeld in Kellner's Mikroskopen III, 190.
Gesichtswinkel I, 53.
—, als Maass des Netzhautbildchens I, 54.
—, kleinster I, 56.
—, kleinster für entfernte Gegenstände I, 66.
—, kleinster für Erkennung der Form I, 82.
—, kleinster für runde und fadenförmige Objecte I, 64.
Gewicht mikroskop. Körperchen II, 143.
Gillett, Messung des Oeffnungswinkels von Linsensystemen I, 293.
Gillett's verbesserter Beleuchtungsapparat III, 310.
Giordano da Rivalta, über Brillenerfindung III, 16.
Glashaut zu Deckplättchen II, 69.
Glaskanülen II, 113.
Glaskügelchen, hyperbolisch gekrümmte I, 114.
Glaskügelchen, mikroskop. Leistungen derselben III, 48.
Glasmikrometer II, 231. III, 366. Von Brander 367, Coventry 368, Fraunhofer 368, Froment 368, Hoffmann in Leipzig 368, Lebaillif 368, Martin 366, Nobert 369, Welcker 376.
Glasmikrometer, Genauigkeit derselben III, 375.
— Preise derselben III, 377.
Glaspapier zum Zeichnen II, 295.
Glasplatten reflectirende I, 188.
Glasprismen zur Richtungsänderung der Strahlen I, 185.
Glasprismen beeinträchtigen die Schärfe des Bildes I, 186.
Glasschneideapparat von Harting II, 66.
Glasstäbchen II, 76.
Glastafeln für Objecte und Präparate II, 65.
von Gleichen's einfaches Mikroskop III, 51.
— Sonnenmikroskop III, 283.
— Universalmikroskop III, 116.
Glimmer zu Deckplättchen II, 69.
Glimmerblättchen als Objecttäfelchen III, 336.
Glimmerblättchen statt reflectirender Glasplatten I, 189.
Glycerine zu Injectionsmassen II, 121.
Glycerine zum Aufbewahren mikroskop. Präparate II, 301. III, 420.
Glycerine zum Befeuchten der Objecte II, 98.
Goadby's Flüssigkeit II, 303. III, 418.
Goeze's Compressorien III, 348.
Goeze rühmt die Mikroskope von S. G. Hoffmann III, 126.
Goldgrund II, 304.
Goldleim II, 304.
Goniometer III, 397. Von Brewster 397, Chevalier 397, Leeson 399, Raspail 397, C. Schmidt 398.
Gordon (Bern. in Montpellier) kennt die Brillen III, 17.
Gorham macht Abdrücke von Oberflächen II, 141. III, 376.
Goring, Berechnung der Brennweite einer äquivalenten Linse I, 265.
Goring, Bestimmung des Oeffnungswinkels eines Linsensystems I, 290.
Goring's Bildmikroskop zum Zeichnen III, 288.
Goring, Brennweite von Linsen zu bestimmen I, 102.
Goring empfiehlt die Schüppchen der Schmetterlinge als Probeobjecte I, 311.
Goring empfiehlt Kautschukfäden für Mikrometer III, 383.
Goring's Engyskop III, 198.

Goring's mikrometrisches Verfahren III, 391.
— Protectoren III, 402.
Goring, Prüfung der Aberrationsverbesserung I, 281. 283.
Goring, Prüfung der Lichtstärke eines Mikroskopes I, 303.
Goring, Prüfung des begrenzenden Vermögens I, 325.
Goring's Thierbüchse III, 337.
Goring, über Schleifen von Hohlspiegeln I, 181.
Goring's Vergleichung des katoptrischen und dioptrischen Mikroskopes I, 182.
Goring will den Objecttisch unbeweglich I, 172.
Gould's Linsen sollen 1100 Mal vergrössern III, 66.
Govi, Bestimmung des Oeffnungswinkels eines Mikroskopes I, 292.
Grammatophora I, 323.
Granat, Brechungsexponent I, 17.
— Dispersionsvermögen I, 38.
— zu Coneopsiden III, 58.
Granatlinse III, 70.
Grand Microscope achromatique III, 149.
Grand Microscope de Strauss III, 147.
Grateloup bringt Mastixfirniss zwischen die Linsen des Objectivs III, 140.
Gray, Bestimmung des Oeffnungswinkels eines Mikroskopes I, 292.
Gray's Cylinderlinse aus Wasser III, 68.
Gray's einfaches katoptrisches Mikroskop III, 263.
Gray empfiehlt das Wassermikroskop III, 68.
— verfertigt Glaskügelchen III, 45.
Gregory, Erkennung der Hippursäure II, 208.
Grenzen der mikroskopischen Wahrnehmbarkeit I, 333.
Grenzpunkt der Accommodation I, 51.
Grenzwinkel der Brechung I, 19.
Griffith benutzt das complementäre Blau mikroskopisch I, 254.
Griffith prüft die Flüssigkeiten zum Bewahren mikroskopischer Präparate III, 419.
Grindl (von Ach) angeblich Erfinder der Laterna magica III, 280.
Grindl benutzt paarweise vereinigte Linsen III, 61.
Grindl's zusammengesetztes Mikroskop III, 103.
Grubb in Dublin, Mikroskopverfertiger III, 221.
Grunow in Newhaven in Conecticut, Mikroskopverfertiger III, 226.
Gummigutt zu gelben Injectionen II, 124.
Gummisolution zur Anfertigung mikroskop. Präparate II, 81.
Guthrie's katadioptrisches Mikroskop III, 274.

H.

Van Haastert über Leeuwenhoeck III, 36.
Haensch in Berlin, Mikroskopverfertiger III, 193.
Hagenow's Dikatopter III, 392.
Haken und hakenförmige Nadeln II, 64.
Halberstma über Leeuwenhoek III, 37.
Hall, Messungen von Diatomeen I, 321.
— über excentrische Beleuchtung III, 311.
— (Chester Moore) versucht zuerst Linsen aus Kronglas und Flintglas zusammenzusetzen III, 130.
Hämin II, 191.
Hände des Mikroskopikers II, 7.
Hannover empfiehlt Chromsäure als Erhärtungsmittel II, 86.
Hantzsch, Glycerinmischung II, 302.
Harn, mikrochemisch zu untersuchen II, 216.
Harnsäure II, 184. 207.
Harnsäure im Harne II, 217. 218.
Harnsaure Magnesia im Harne II, 218.
Harnsaurer Kalk im Harne II, 218.
Harnsaures Ammoniak II, 185. 218.
Harnsaures Kali im Harne II, 218.
Harnsaures Natron II, 185. 218.
Harnstoff II, 182. 205.
Harnstoff im Harne II, 217.
Harris über kleinste Gesichtswinkel I, 57.
Harrison, Messungen von Diatomeen I, 321.
Harting's Beleuchtungsapparat III, 320.
Harting, Bestimmung des Brechungsvermögens II, 152.
Harting benutzt Chlorcalcium bei mikroskop. Präparaten II, 86. 297.
Harting's Bildumkehrung durch Doppelprismen III, 229.
— binoculäres Mikroskop III, 243.
— Doppelmesser II, 60.
— feuchte Kammer II, 98.
— Froschhalter II, 106.
— Glaskügelchen III, 46.
— Indicator II, 307.
— Injectionseinrichtungen II, 116.
— magnetischer Objecttisch III, 356.
— photographischer Apparat II, 289.
— Präparirtisch II, 5.
— quadrioculäres Mikroskop III, 248.
— tragbares Sonnenmikroskop II, 279. III, 289.
— Schiebercirkel II, 243.
— Trockenapparat II, 83.
Harting über Lichtcondensation durch Objective III, 328.
— über Nobert's Probetäfelchen III, 369.
Hartnack (E.) mit G. Oberhäuser associirt III, 148.
— verbessert das Glasmikrometer III, 377.
Hartzoeker's einfaches Mikroskop III, 41.
— Glaskügelchen III, 44.

Hartzoeker's Rahmen für Glimmerblättchen III, 337.
Hartzoeker verbessert die Beleuchtung durchsichtiger Objecte III, 304.
Harz, mikrochemisch II, 203.
Hasert (Bruno) in Eisenach, Mikroskopverfertiger III, 195.
Hauptbrennpunkt biconvexer Linsen I, 23.
— der Hohlspiegel I, 6.
— der Kugeln I, 26.
Hauy über kohlens. Kalk II, 176.
Hebel am Objecttische III, 360.
Hedwig benutzt ein Mikroskop von Weickert III, 127.
Heeger's photographische Darstellungen II, 282.
Heliostat beim Sonnenmikroskope I, 128.
Heller über Harnsäurekrystalle II, 185.
Hemisphärische Linse zur Beleuchtung I, 244. 247. III, 311.
Hen's (Hendrik in Amsterdam) Rahmen zum Froschhalten III, 345.
Hen verfertigt Zeiher'sche Sonnenmikroskope III, 285.
Hen's zusammengesetztes Mikroskop III, 127.
Henfrey (Arthur) über Injection II, 114.
Hensen's Querschnitter III, 412.
Hensoldt in Sonneberg, Mikroskopverfertiger III, 195.
Herschel's (J.) Doublets I, 120. 169. 239.
Herschel (J.) über Krümmung der Doubletlinsen III, 62.
Herschel (W.), Menge der Lichtstrahlen, welche durch Linsen gehen I, 119. 182.
Herschel (W.), über durchdringendes Vermögen des Teleskopes I, 275.
Hertel führt den Beleuchtungsspiegel ein III, 305.
Hertel hat die doppelte Bewegung des Objecttisches III, 358.
Hertel's Mikrometernetz III, 365.
— Schraubenmikrometer III, 365.
Hertel verfertigt Glaskügelchen III, 45.
Hertel's zusammengesetztes Mikroskop III, 111.
Hessling und Kollmann, photographische Abbildungen II, 282.
van Heurck, mikroskopische Photographien II, 282.
Hevelius beschreibt die *Vitra pulicaria* III, 34.
Hevelius sucht parabolische und hyperbolische Linsen zu schleifen III, 104.
Hewitt über Lichtcondensation durchs Objectiv III, 326.
Highley in London, Mikroskopverfertiger III, 221.
Highley's Compressorium III, 351.
Highley's Gaslampe III, 334.
Highley's mineralogisches Mikroskop III, 238. 400.
Highley verfertigt Quekett's Dissectionsmikroskop III, 92.
Hill in Edinburgh schleift Brewster Edelsteinlinsen III, 70.
Hipparchia Janira I, 316. 318.
Hippursäure II, 186. 208.
Hippursäure im Harne II, 217.
His, Auspinseln II, 78.
Hobel zu mikroskop. Präparaten II, 91.
Hodgson's Collodiummikrometer III, 376.
Hodgson, mikroskop. Photographien II, 282.
Hodgson verbessert Welcker's Mikrometer III, 387.
Hoffmann benutzt blausaures Eisenoxydulkali für die Saftwege der Pflanzen I, 137.
Hoffmann's (H.) Indicator II, 309.
Hoffmann (in Leipzig) liefert feine Glasmikrometer III, 368.
Hoffmann (Samuel Gottlieb) in Hannover verfertigt zusammengesetzte Mikroskope III, 126.
Hofmann's Polarisationseinrichtung III, 333.
Hohle Körper mikroskopisch zu erkennen II, 38.
Hohlspiegel, Axe desselben I, 8.
— Bilder durch denselben I, 9.
— Brennweite desselben I, 6.
— Hauptbrennpunkt desselben I, 6.
Hohlspiegel, Lichtstrahlen reflectirend I, 6.
— Oeffnung und Oeffnungswinkel desselben I, 10.
Hohlspiegel, scheinbarer Brennpunkt desselben I, 7.
Hohlspiegel, sphärische Aberration desselben I, 11.
Hohlspiegel für auffallendes Licht bei Cuff's Mikroskope III, 115.
Höhlungen zu erkennen II, 38.
Holland's Triplet III, 66.
Hollmann benutzt Seidenzeug zur Mikrometrie III, 368.
Holzessig als Erhärtungsmittel II, 88.
Homogenität der Glasmasse zu Linsen I, 296.
Hönninger benutzt blausaures Eisennoxydulkali für die Saftwege der Pflanzen I, 137.
Hooke's Beleuchtungsapparat III, 99. 106.
Hooke empfiehlt Glaskügelchen statt Linsen III, 44.
Hooke's Messung mikroskopischer Objecte III, 363.
Hooke's zusammengesetztes Mikroskop III, 99.
Horner's Daedaleum I, 87.
Hudde in Amsterdam bereitet Glaskügelchen III, 44.
Hudde und Hartzoeker verbessern die Beleuchtung durchsichtiger Objecte III, 305.

Hueck über kleinste Gesichtswinkel I, 57. 66.
— über kleinste Netzhautbildchen I, 69.
Hufnagel (Georg), erster Schriftsteller über Mikroskope III, 19.
Huggings, über Spectralanalyse II, 159.
Humboldt (Alex. von) über Erfindung der Brillen III, 17.
Humboldt über kleinste Gesichtswinkel I, 67.
Hunt über Nobert's Probetäfelchen III, 371.
Huxley, mikroskop. Photographien II, 282.
Huygens über sphärische Aberration III, 105.
Huygens' Ocular I, 151.
Hyalodiscus subtilis I, 324.
Hydrocharis morsus ranae II, 104.
Hydroxygengasmikroskop I, 125. III, 297.
Hygrococis fenestralis I, 298. II, 298.
Hyperbolische Glaskügelchen I, 114.
Hyperpresbyopie I, 49.

J. und I.

Jackson (George) verändert das Mikroskopgestell III, 205.
Jacobi nimmt Chromsäure zum Erhärten II, 86.
Jacquin empfiehlt Schmetterlingsschüppchen als Probeobjecte I, 311.
Jacquin über Fraunhofer's frühere Mikroskope III, 136.
Janssen über *Mouches volantes* I, 90.
— (Hans und Zacharias), Brillenschleifer in Middelburg, Erfinder des zusammengesetzten Mikroskopes III, 18. 27. 97.
Immersion, Vortheile derselben I, 159. III, 254.
Immersion bei Ocularen I, 165.
Immersionssysteme empfehlen sich zur Dickenmessung mikroskopischer Objecte II, 273.
Imperiali (Bartolomeo in Genua) erhält ein Mikroskop von Galilei III, 26.
Indicator oder Finder II, 307. III, 422. Von Amyot III, 422. 423, Bailey III, 423, Bridgman III, 422. 424, Brodie III, 422, Edwards III, 424, Harting II, 307, Hoffmann II, 309, Maltwood III, 424, Microscopical Society III, 423, Quekett II, 383, Tyrrell III, 422, Wright III, 422.
Indicator für Demonstrationen II, 309.
Indigokarmin zur blauen Färbung II, 141.
Injection der Gallenkanäle I, 134.
— der Gefässe II, 112.
— der Knochenzellen II, 134.
— lufthaltiger Räume II, 134.
— Regeln für dieselbe II, 130.
Injectionsapparate II, 113.
Injectionsmassen II, 120. Blaue 124, gelbe 123, grüne 127, orange 129, rothe 127, violette 129, weisse 129.
Injectionsmasse von Hyrtl II, 120.
Injectionspräparate in Canadabalsam II, 298.
Injectionspräparate zu untersuchen II, 133.
Injectionsspritze II, 113.
Injectionstrog II, 119.
Insectenschüppchen als Probeobjecte I, 311.
Interferenz beim mikroskopischen Sehen I, 42.
Joblot's einfaches Mikroskop III, 51.
Joblot's Lupenträger III, 52.
Joblot's Zängelchen III, 339.
— zusammengesetztes Mikroskop III, 109.
Jod, mikrochemisch II, 168.
— Reagens auf Amylum II, 195.
Jodtinctur zum Sichtbarmachen durchsichtiger Theile I, 138.
Jones' zusammengesetztes Mikroskop III, 120.
Joule, magnetische Declination zu messen II, 146.
Irradation I, 53.
— nimmt durch Vergrösserungsgläser ab I, 342.
Irrigator II, 117.
Isolirung der zu untersuchenden Theile II, 95.
Junius über δίοπτρον III, 10.
Junker verfertigt zusammengesetzte Mikroskope III, 126.
Jurin benutzt einen Metalldraht als Maassstab bei mikroskop. Messungen II, 228. III, 364.

K.

Kaiser über Airy's Doppelbildmikrometer III, 390.
Kaligehalt des Glases disponirt zur Verwitterung I, 300.
Kalisalze, mikrochemisch II, 212.
Kalk im Harne II, 217.
Kalksalze, mikrochemisch 214.
Kalkwasser für Sehnen II, 225.
Karmin zu Injectionen II, 128.
— zur Anfüllung der Knochenzellen II, 134.
Karminsolution für Zellen und Kerne II, 139.
Kästchen für mikroskop. Präparate II, 306.
Katadioptrisches Haus nach Doppler III, 276.
Katadioptrisches Mikroskop I, 176. III, 265. Von Amici I, 176, Barnabita III, 275, Brewster III, 274, Cavalleri

III, 275, Doppler I, 178. III, 276, Guthrie III, 274, Pott III, 272, Tulley III, 273.
Katadioptrisches Mikroskop, mit dem dioptrischen verglichen I, 180. III, 277.
Katoptrisches Objectiv nach Brewster I, 178.
Katoptrisches Objectiv von Cuthbert III, 271.
Katoptrisches Mikroskop I, 180. III, 262.
Katoptrische Spaltung der Strahlenbündel I, 200.
Kellner (K.) in Wetzlar, Mikroskopverfertiger III, 189.
Keppler kennt die Gesetze des Lichtdurchgangs durch mehrere Linsen III, 32.
Kerne sichtbar zu machen II, 219.
Kincaird's Diaphragma III, 318.
King (W.) in Bristol, Mikroskopverfertiger III, 221.
King benutzt zuerst den magnetischen Objecttisch III, 355.
Kingsley, mikroskop. Photographien II, 282.
Kinner rühmt Divini's Mikroskope III, 100.
Kircher (Athanasius), Erfinder der Laterna magica III, 280.
Kircher's *Microscopium parastaticum* III, 36.
Kitt für mikroskop. Präparate II, 304.
Kleinste Objecte in Luft und in Wasser I, 345.
Klemmapparate III, 353.
Knochenzellen zu füllen II, 134.
Kochen behufs der Erhärtung II, 89.
Kochen der Theile, um Zellen zu lockern II, 96.
Kohlensaurer Kalk, mikrochemisch II, 175. 218.
Kohlensaure Salze, mikrochemisch II, 209.
Kohlensaures Blei zu weisser Injectionsmasse II, 129.
Kohlensaures Kali als Erhärtungsmittel II, 87.
— — zum Conserviren II, 301.
Kork bei Anfertigung mikroskop. Präparate II, 81.
Korkplatte II, 75.
Körner's einfaches Mikroskop III, 85.
Krätzmilbe III, 35.
Kreatin, mikrochemisch II, 187. 206.
— im Harne II, 217.
Kreatinin, mikrochemisch II, 187. 207.
— im Harne II, 217.
Kreosotsolution als Bewahrmittel II, 300.
Kreuzungspunkt der Richtungsstrahlen I, 53.
Kriegsmann in Magdeburg, Mikroskopverfertiger III, 194.
Kronglas, Brechungsexponent I, 17.
Krümmung der Linsenbilder I, 28. 97.
Krüss in Hamburg, Mikroskopverfertiger III, 195.
Krystalle abzubilden II, 278.
— grössere zu erzeugen II, 159.
— in Canadabalsam zwischen Linsen I, 300.
Krystalllinsen der Fische als Linsen III, 69.
Krystallographische Untersuchung durchs Mikroskop II, 161.
Kuffler (Jacob) von Köln zeigt Peiresc neue Augengläser III, 22.
Kugelförmige Objecte unterm Mikroskope II, 45.
Kugeln in Luft und Wasser I, 345.
Künstliches Licht zur mikroskopischen Untersuchung I, 252.
Kupferoxydammoniak, Reagens für Cellulose II, 197. 224.
Kykers III, 29.

L.

Ladd (W.) in London, Mikroskopverfertiger III, 221.
Lalande rühmt della Torre's Mikroskop III, 45.
Laligant liefert Glaskügelchen III, 46.
Lampenmikroskop I, 2. 123. 125.
— von Adams III, 283.
Landolt empfiehlt Campher auf die Flüssigkeit für mikroskop. Beobachtung II, 19. 98.
Langenmantell über Tortona's Mikroskop III, 107.
Lanzettförmiges Messer I, 59.
Laterna magica, Erfindung derselben III, 279.
Laterna magica durch Euler verbessert III, 284.
Laurent's Trog III, 338.
Layard findet eine biconvexe Linse in den Ruinen von Niniveh III, 5.
Lealand, Mikroskopverfertiger in London s. Powell.
Lebaillif's anatomisches Mikroskop III, 83.
— Dickenmesser III, 390.
— drehbares Diaphragma III, 305.
— Glasmikrometer III, 368.
Leeson's Goniometer III, 399.
— Objecttisch III, 399.
— umgekehrtes Mikroskop III, 238.
Leeuwenhoek's Apparat zur Beobachtung des Kreislaufs III, 344.
Leeuwenhoek's einfaches Mikroskop III, 37.
Leeuwenhoek's Hohlspiegel III, 39.
Leeuwenhoek kennt bereits die Streifen auf den Schüppchen der Schmetterlinge I, 310.

Leeuwenhoek's Messung mikroskop. Objecte III, 363.
Leeuwenhoek's Mikroskope, Katalog derselben III, 39.
Leeuwenhoek's mikroskop. Sammlung III, 416.
Leeuwenhoek verfertigt Doublets und Triplets III, 61.
Leeuwenhoek verfertigt Linsen aus Bergkrystall III, 70.
Lefèbre's Megagraph III, 288.
Legg verbessert den drehbaren Objecttisch III, 362.
Lehmann über Milchsäure II, 209.
Leimsolution zu Injectionsmassen II, 121.
Leonard's Beleuchtungslinse III, 323.
Lepisma saccharinum I, 313. 316.
Lerebours in Paris, Mikroskopverfertiger III, 164.
Lerebours fertigt Edelsteinlinsen III, 70.
Lermer's feuchte Kammer III, 344.
Leutmann benutzt reflectirende Hohlspiegel III, 54.
Lichtcondensation durchs Objectiv III, 326.
Lichtsaum um die Objecte bei aplanatischen Mikroskopen I, 286. II, 41.
Lichtstärke des Mikroskopes zu prüfen I, 302.
Lichtstärke durch Strahlenspaltung geschwächt I, 211.
Lichtstärke verschiedener Beleuchtungsapparate I, 126.
Lichtstärke verschiedener Linsen I, 110.
Lichtstopfen bei von unten kommendem Lichte III, 324.
Lichtstrahlen, Richtung beim mikroskopischen Sehen I, 229.
Lieberkühn's anatomisches Mikroskop III, 53.
Lieberkühn's einfaches Mikroskop III, 53.
Lieberkühn's Sonnenmikroskop III, 282.
Linsen, achromatische I, 43.
— aplanatische I, 46.
— aus borkieselsaurem Blei III, 171.
— aus Fischkrystalllinsen III, 69.
— aus verschiedenen Flüssigkeiten III, 69.
— centrirte I, 22.
— concave I, 31.
— der besten Form I, 35.
— geschmolzene III, 46.
— Lichtstärke derselben I, 110.
— mit parabolischer und hyperbolischer Krümmung III, 104.
Linsen, negative I, 22.
— Oeffnung und Oeffnungswinkel derselben I, 32.
— periskopische I, 114. III, 57.
— positive I, 21.
— verschiebbare nach Wenham III, 222.
— verschiedene Arten derselben I, 21.
Lippershey's Binoculus III, 101.
Lippershey, Brillenschleifer und Teleskoperfinder in Middelburg III, 18. 27.
— hat Linsen aus Bergkrystall geschliffen III, 70.
— von Syrturus besucht III, 31.
Liquor Amnii zum Befeuchten der Objecte II, 98.
Lister, Bestimmung des Oeffnungswinkels von Linsensystemen I, 288.
Lister's Bildumkehrung im zusammengesetzten Mikroskope III, 227.
Lister's Compressorium III, 349.
— Lupenträger III, 79.
Lister, Prüfung der Aberrationsverbesserung I, 281.
Lister über aplanatische Doppellinsen I, 46.
Lister, Verbesserung der Aberrationen I, 147. 148.
Littrow über Lichtstärke der Linsen I, 111.
— über Ramsden's Ocular I, 162.
Lommers in Utrecht fertigt Universalmikroskope III, 116.
Ludwig, zur Injection II, 115.
Luft aus Geweben zu entfernen II, 100.
Luftbläschen zur Prüfung der Aberrationsverbesserung I, 283.
— als Probeobjecte I, 329.
Luftblasen im Gesichtsfelde II, 28.
— in Höhlungen II, 33.
— in Linsen I, 297.
Luftpumpe zum Füllen feiner Kanäle mit Injectionsmasse II, 135.
Lupe, beste Form ihrer Linse III, 74.
— Fassung derselben I, 107. 121. III, 75.
— mit achromatischen Linsen III, 75.
— mit cylindrischen Oberflächen III, 60.
— Theorie derselben I, 93.
— verschieden vom einfachen Mikroskope III, 74.
Lupe von Brücke III, 77, von Fraunhofer III, 75, von Nachet III, 77.
Lupenträger von Trembley und von Lyonet empfohlen III, 52.
Von Joblot 52, 78, Lister 79, Mohl 80, Ross 79, Strauss-Durckheim 80.
Luquin liefert Lupen mit cylindrischen Oberflächen III, 60.
Lycaena argus I, 316. 317. 325. II, 48.
Lyonet verbessert den Joblot'schen Lupenträger III, 55.

M.

Masse, gebräuchliche II, 231.
Madden, mikroskop. Photographie II, 282.
Magini wandelt das Teleskop in ein Mikroskop um III, 24.
Magnesiasalze, mikrochemisch II, 21.
Magnesiumlicht III, 301.

Magnesiumlicht beim Bildmikroskope I, 126.
Magnesiumlicht zum mikroskop. Photographiren II, 285.
Magnetische Declination mikroskopisch zu messen II, 146.
Magnetischer Objecttisch III, 355.
Mahler, Theilhaber des optischen Instituts in München III, 178.
Maignan sucht parabolisch und hyperbolisch gekrümmte Linsen zu schleifen III, 104.
Maissiat und Thuret's Compressorium III, 352.
Maltwood's Indicator III, 424.
Mandl's mikroskopischer Roller III, 352.
Mandl über Verdunkelung des mikroskop. Zimmers II, 6.
Mann's zusammengesetzte Mikroskope III, 120.
Margarin, mikrochemisch II, 189.
Margarinsäure, mikrochemisch II, 190.
Marine glue, dessen Zusammensetzung III, 342.
Marshall's zusammengesetzte Mikroskope III, 111.
Marsigli (Cesare) bekommt ein Mikroskop von Galilei III, 26.
Martin's (Benjamin) drehbarer Objecttisch III, 361.
Martin's Mikrometrie III, 366.
Martin's Mikroskope III, 116.
Martin's Sonnenmikroskop III, 283. 285.
Martin über das katadioptrische Mikroskop III, 267.
Martin verfertigt Glaskügelchen III, 45.
Martins in Berlin, Mikroskopverfertiger III, 186.
Marzoli (Bernandino) verfertigt achromatische Linsen III, 138.
Maschenräume, Unterscheidbarkeit derselben I, 72. 81.
Matthews in London, Mikroskopverfertiger III, 221.
Matthiessen in Altona, Mikroskopverfertiger III, 195.
Mattmüller (Gervasius) verfertigt einfache katoptrische Mikroskope III, 263.
Maumené über Zuckerprüfung II, 200.
Mäusehaar als Probeobject I, 325.
Mazzola's einfaches Mikroskop III, 57.
Mechanischer Finger III, 340.
Megagraph III, 288.
Melloni über Wärmestrahlen I, 129.
Membranen durch Faltung sichtbar II, 37.
Meniskus I, 22.
— in Herschel's Doublet I, 120.
Mensurateur von Lebaillif III, 390.
Merz (Georg), zusammengesetztes Mikroskop III, 177.
Merz wendet ein rechtwinkliges Prisma zum Schutze der Objective an III, 403.
Merz (Ludwig) III, 178.
Merz (Sigismund) III, 178.
Messen mikroskopischer Objecte II, 226. 245. III, 362.
Messen mikroskop. Vergrösserung I, 269.
Metalldraht als Mustermaass I, 270. II, 228.
Metallspiegel für auffallendes Licht I, 240.
Metius (Jakob) in Alkmaar, Teleskoperfinder III, 27.
Meyen's Mikroskop für undurchsichtige Objecte III, 54.
Meyerstein in Göttingen, Mikroskopverfertiger III, 194.
Microphore à bascule III, 340.
Microscope à dissection von Oberhäuser III, 231.
Microscope coudé von Krüss III, 195.
Microscope d'étudiant von Arthur Chevalier III, 146.
Microscope pancratique III, 232.
Microscope universel von Ch. Chevalier III, 141.
Microscope universel von Joblot III, 110.
Microscope usuel von Arthur Chevalier III, 146.
Microscopia curiosa III, 263.
Microscopia ludicria et seria III, 34.
Microscopia pulicaria III, 34.
Microscopical Society II, 65. III, 424.
Microscopium parastaticum III, 36.
Microscopium universale von Steiner III, 115.
Microtelescopium III, 29.
Migliore (Leopoldo del) entdeckt die Grabschrift des Brillenerfinders III, 17.
Mikrochemie und Makrochemie II, 156.
Mikrochemische Filtration II, 159.
Mikrochemische Präcipitate II, 166.
Mikrochemische Reagentien II, 158.
Mikrochemischer Apparat Chevalier's III, 234.
Mikrochemisches Auswaschen II, 160.
Mikrogoniometer I, 161.
Mikrometer III, 365.
Mikrometer, photographische III, 376.
Mikrometerfäden III, 382.
Mikrometernetz von Baker III, 368.
— von Folkes III, 368.
— von Hertel III, 365.
— von Hollmann III, 368.
Mikrometertheilungen als Probeobject I, 326.
Mikrometertheilungen zum Messen der mikroskopischen Vergrösserung I, 269. III, 375.
Mikrometerwerth verschiedener Mikroskopiker II, 229.

Mikrometrie, Werth derselben II, 227. 248.
Mikrometrische Maasse II, 250.
Mikromillimeter II, 230.
Mikrophotographie II, 286.
Mikroskop, Begriff desselben I, 1. III, 2.
Mikroskop, Geschichte desselben III, 2.
Mikroskop (anatomisches) von Lebaillif III, 83.
Mikroskop (anatomisches) von Lieberkühn III, 53.
Mikroskop (bildumkehrendes) I, 1. 216.
Mikroskop (binoculäres) III, 93. 241.
Mikroskop (chemisches) von Chevalier III, 234.
Mikroskop (dioptrisches) I, 1.
Mikroskop (einfaches) I, 1. 121.
— (einfaches), Geschichte desselben III, 34. 94.

Von Adams 57, Richard Beck 93, Carry 91, Arthur Chevalier 82, Ch. Chevalier 81, Cuff 56, Cuno in Augsburg 40, Dollond 91, von Gleichen 51, Hartzoeker 41, Joblot 51, Jones 57, Körner 85, Lebaillif 83, Leeuwenhoek 37, Lieberkühn 53, Lyonet 54, Martin 57, Mazzola 56, Meyen 54, Milchmeyer 51, J. Musschenbroek 41, S. Musschenbroek 40, Nachet 83, Plössl 84, Powell 91, Pritchard 86, Quekett 93, A. Ross 89, Slack 91, Smith und Beck 90, Steiner 51, Teuber 43, Isaac Vossius 39, Wilson 49, Wollaston 64, Wollaston-Dollond 64, C. Zeiss 85.

Mikroskop (katadioptrisches) I, I. 177. III, 265.

Von Amici 269, Rob. Barker 266, Barnabita 275, Brewster 274, Cavalleri 275, Cuthbert 271, Doppler 276, Guthrie 274, Benj. Martin 267, Newton 266, Pott 272, Pritchard 271, Rienks 267, Smith 267, W. Tulley 273.

Mikroskop (katoptrisches) I, 1. 175. III, 263.
Mikroskop (mineralogisches) III, 238.
Mikroskop (multoculäres) I, 208.
Mikroskop (pankratisches) I, 2. 219.
Mikroskop (photoelektrisches) I, 2. III, 300.
Mikroskop (photographisches) II, 286. III, 293.
Mikroskop (polarisirendes) I, 2. 257. III, 329.
Mikroskop (polydynamisches) I, 2. 136.
Mikroskop (polydynamisches) von Benj. Martin III, 116.
Mikroskop (quadrioculäres) III, 248.
Mikroskop steht dem Auge in optischer Vollkommenheit nach I, 341.
Mikroskop, Stellung desselben I, 174.
Mikroskop (stereoskopisches) I, 203.
Mikroskop (trioculäres) III, 247.
Mikroskop (umgekehrtes) von Chevalier III, 234.
Mikroskop (umgekehrtes) von Nachet III, 236.
Mikroskop (umgekehrtes), dessen Werth III, 236.
Mikroskop (zusammengesetztes) I, 1. 134.
Mikroskop (zusammengesetztes), Collectivglas darin I, 139.
Mikroskop (zusammengesetztes), Entwickelungsgang III, 248.
Mikroskop (zusammengesetztes), Erfindung III, 19.

Von Adams 119, Amici 167, M. Baader in München 195, Belthle in Wetzlar 191, Bénèche und Wasserlein in Berlin 191, Bonannus 108, Brander 121, Brunner in Paris 166, Buffhum and Son in Milburne 225, Burucker in Nürnberg 121, Canzius in Delft 128, Duc de Chaulnes 121, Chevalier 141, Collins in London 220, Conradi 103, Cuff 114, Culpeper u. Scarlet 113, J. B. Dancer in Manchester 219, Dechales 104, Dellebarre 123, Hermann und Jan van Deyl 127, 134, Eustachio Divini 100, Dollond 120, Elkner 126, Engell und C. in Wabern bei Bern 196, Field und C. in Birmingham 221, Fontana 98, Galilei 99, von Gleichen 116, Grindl von Ach 103, W. Grunow in Newhaven 226, Hartnack 156, Bruno Hasert in Eisenach 195, Hendrik Hen in Amsterdam 127, Hensoldt in Sonneberg 195, Hertel 111, Sam. Gottlieb Hoffmann in Hannover 126, Rob. Hooke 99, Hans und Zacharias Janssen 97, Joblot 110, Jones 120, Junker 126, Kellner in Wetzlar 189, Kriegsmann in Magdeburg 194, Krüss in Hamburg 195, Lerebours in Paris 164, Lommers 115, Mann 120, Marshall 110, Benj. Martin 116, Matthiessen in Altona 195, Georg Merz 176, Meyerstein in Göttingen 194, Möller und Emmerich in Giessen 197, Monconny 104, Nachet 160, Nobert zu Barth 187, Oberhäuser in Paris 148, Oberhäuser und Hartnack 148, Pacini 175, Pistor und Hirschmann 186, Pistor und Martins 186, Pistor und Schiek 185, Plössl in Wien 181, Powell und Lealand in London 208, Andrew Pritchard in London 198, Reinthaler in Leipzig 120, Ring und Vennebruch in Berlin 120, Andrew Ross in London 202, Thomas Ross in London 206, Salvetti 100, Schiek in Berlin 185, Franz Schmidt und Haensch in Berlin 193, Hugo Schroeder in Hamburg 195, James Smith 198, Smith und Beck in London 212, Charles A. Spencer in Nordamerika 225, Steiner 115, Sturm 102, Joh. Heinr. Tiedemann

126, Robert B. Tolles in Canastota 226, Tortona 107, Samuel Varley 219, Wagener 126, Weickert 126, J. Zaalberg van Zelst in Amsterdam 197, Zahn 103, Zeiss in Jena 194.
Mikroskop (zusammengesetztes), Verbreitung desselben III, 261.
Mikroskopbüchsen III, 36.
Mikroskopiker, dessen körperliche Eigenschaften II, 2.
— dessen psychische Eigenschaften II, 10.
Mikroskopische Beobachtung unzuverlässig II, 19.
Mikroskopische Erkennbarkeit der Form I, 338.
Mikroskopische Irrthümer II, 24.
— Photographie II, 282.
Mikroskopischer Roller III, 352.
— Spanner III, 353.
Mikroskopisches Sehen muss erlernt werden II, 20.
Mikroskopische Untersuchung II, 1. 17. 35.
Mikroskopische Vergrösserung wechselt bei dem nämlichen Individuum I, 263.
Mikroskopische Wahrnehmbarkeit I, 333.
Mikroskopische Zeichnung II, 276.
Mikroskoprohr (veränderliches) III, 256.
Mikroskopverfertiger in Deutschland III, 176.
— in England III, 198.
— in Italien III, 167.
— in Nordamerika III, 225.
Mikrotom II, 61. III, 406.
Von Adams 407, Capanema 410, Oschatz 408, Quekett 407, James Smith 410, Topping 408, im Utrechter Kabinette 407.
Mikrotomische Scheere II, 62.
Milchmeyer's einfaches Mikroskop III, 51.
Milchsäure, mikrochemisch II, 208.
— im Harne II, 217.
Milchsaures Zinkoxyd II, 187.
Millon empfiehlt Quecksilber als Reagens auf Protein II, 193.
Mittlere Sehweite I, 263.
Mohl, Behandlung fossiler Körper II, 94
— Benutzung des Sonnenlichts I, 248.
— Bestimmung der Brennweite einer Linse I, 102.
— Collodium zu Deckplättchen III, 402.
— einfache Bewegungen des Mikroskopes I, 171.
— Einfluss der Deckplättchen I, 155. 157.
Mohl's Lupenträger III, 80.
Mohl's Modificationen des Schraubenmikrometers II, 236. 240. III, 379.
Mohl, Nobert's Probetäfelchen III, 369.
Mohl, *Pieris brassicae* I, 312.
Mohl, Prüfung der Aberrationsverbesserung I, 281. 283.
Mohl, schief einfallendes Licht I, 246.
Mohl, Umdrehung des beweglichen Mikroskoprohres III, 175.
Mohl, unbeweglicher Objecttisch I, 272.
Moitessier, mikroskop. Photographie III, 296.
Molecularattraction II, 144.
Molecularbewegung II, 51.
Möller und Ommerich in Giessen, Mikroskopverfertiger III, 197.
Molluskeneier zu untersuchen III, 338.
Monconny über Hudde in Amsterdam III, 44.
Monconny's zusammengesetztes Mikroskop III, 104.
Monochromatische Beleuchtung I, 239. III, 313.
Moore empfiehlt Aetzkali für Traubenzucker II, 200.
Moritz, Statthalter in den Niederlanden, erhält eins der ersten Mikroskope III, 28.
Morpho Menelaus I, 316. II, 48.
Morphologische Reagentien II, 219.
Moser, Brechungsvermögen mikroskop. Körper II, 151.
Moser, Prüfung der Aberrationsverbesserung I, 281.
Mouches volantes I, 89. II, 23.
Mucine II, 204.
Muffetus (Thomas) hat genaue mikroskop. Beobachtungen III, 35.
Mulder empfiehlt Salpetersäure für Protein II, 192.
Multoculäre Mikroskope I, 194. III, 241.
Muncke, Verwittern der Linsen I, 198.
Musa paradisiaca II, 179.
Museumsmikroskop von Smith u. Beck III, 218.
Musschenbroek (Johannes van) verfertigt einfache Mikroskope III, 41.
Musschenbroek (Johannes van) verfertigt Glasküngelchen III, 45.
Musschenbroek (Samuel) verfertigt einfache Mikroskope III, 40.
Mustermaass anzufertigen II, 228.
Myope besser geeignet zu mikroskopischen Untersuchungen II, 3.
Myrmecides' Elfenbeinarbeiten III, 9.

N.

Nachet et fils III, 160.
Nachet's Beleuchtungsapparat III, 307.
— bildumkehrendes Mikroskop III, 230.
— bildumkehrendes Prisma I, 218. III, 231.
Nachet's binoculäres Mikroskop III, 84. 244.

Nachet's *Camera lucida* III, 394.
— einfaches Mikroskop III, 84.
Nachet ersetzt Sömmerring's Spiegelchen durch ein kleines Prisma I, 191.
Nachet's gläserne Kugel zur Beleuchtung I, 247.
Nachet's Lupe III, 77.
— photographisches Mikroskop III, 294.
— Taschenmikroskop III, 163.
— trioculäres Mikroskop III, 247.
Nachet über Spaltung von Strahlenbündeln I, 194. 202.
Nachet über stereoskopische Mikroskope I, 203.
Nachet's umgekehrtes Mikroskop III, 236.
Nachet verändert die Klemmfeder III, 354.
Nachet's zusammengesetzte Mikroskope III, 160.
Nadelmikrometer III, 366.
Nadeln II, 62.
Nägeli und Schwendener, Beleuchtungsapparat III, 325.
— — Brennweite der Linsen I, 105.
— — Dickenmessung II, 269.
— — Durchdringungsvermögen I, 278.
— — mikroskop. Aussehen bei durchfallendem Lichte II, 31.
— — paraboloidischer Reflector für auffallendes Licht I, 239.
— — Prüfung der chromatischen Aberration I, 284.
— — Unterscheidungsvermögen I, 342.
Nähepunkt des deutlichen Sehens I, 51.
Natron im Harne II, 217.
Natronsalze, mikrochemisch II, 213.
Navicula I, 321. 324. II, 47. III, 225.
Nero's Smaragd III, 6.
Nesseltuch beim Untersuchen von Infusorien II, 103.
Netzhautbildchen, kleinste I, 69.
Neurostearin II, 190.
Newton's Ideen über das katadioptrische Mikroskop III, 265.
Newton über Achromatismus III, 130.
Nicholson, Anfertigung von Glaskügelchen III, 46.
Nicol'sches Prisma beim Mikroskope III, 329.
Niniveh, eine Linse daselbst gefunden III, 5.
Nitella II, 104.
Nitzschia I, 321.
Nobert's Appararat, die Dicke der Deckplättchen zu messen III, 188.
Nobert, Beleuchtung durch parallele Strahlen I, 229.
Nobert's *Camera lucida* III, 395.
— Probetäfelchen II, 326. III, 369.
Nobert's zusammengesetzte Mikroskope III, 187.
Noctua nupta III, 119. 125.
Norremberg's Palarisationseinrichtung III, 332.
Nösselt in Breslau verbessert das Mikrotom von Oschatz III, 409.

O.

Oberhäuser (Georg) III, 148.
Oberhäuser's beweglicher Objecttisch III, 359.
Oberhäuser's Compressorien III, 350.
Oberhäuser ersetzt Sömmerring's Spiegelchen durch ein kleines Prisma I, 190. III, 393.
Oberhäuser's *Microscope à dissection* III, 231.
Oberhäuser verfertigt Edelsteinlinsen III, 70.
Oberhäuser's zusammengesetzte Mikroskope III, 148.
Objectdrehscheibe III, 362.
Objecthalter (drehbarer) III, 340.
Objectiv oder Objectivglas oder Objectivlinse I, 134.
Objectiv (aplanatisches) I, 146.
Objectiv für Benutzung von Deckplättchen eingerichtet, nach Smith III, 213.
Objectiv für binoculäre Mikroskope I, 197.
Objectiv für das zusammengesetzte Mikroskop I, 145. 166.
Objectiv (katadioptrisches pankratisches) I, 223.
Objectiv (drehbares) nach Brooke III, 222.
Objecttäfelchen, Grösse derselben II, 65.
Objecttisch des zusammengesetzten Mikroskopes I, 172. III, 201. 399.
Objecttisch (beweglicher) III, 358.
Objecttisch, (heizbarer) II, 147.
Objecttisch mit beweglichen Instrumenten III, 412.
Objecttischschraubenmikrometer II, 235.
Occhiali III, 22. 29.
Ocular I, 135.
Ocular (bildumkehrendes) I, 221.
Ocular des zusammengesetzten Mikroskopes I, 169. III, 255.
Ocular (negatives) I, 151.
Ocular (positives) I, 151.
Ocular von Huygens I, 162.
Ocular von Ramsden I, 162.
Ocularia III, 29.
Ocular-Schraubenmikrometer II, 237. III, 378.
Ocular-Schraubenmikrometer nach Mohl II, 240. III, 379.
Oeffnung und Oeffnungswinkel von Hohlspiegeln I, 10.

Oeffnung und Oeffnungswinkel von Linsen I, 32. 108.
Oeffnung und Oeffnungswinkel der Linsensysteme I, 279. 287. III, 254.
Oeffnungen in einer Membran zu erkennen II, 38.
Oeffnungswinkel des Spencer'schen Objectivs III, 225.
Oeffnungswinkel, dessen nutzbarer Theil I, 295.
Oeffnungswinkel durch Ross immer mehr vergrössert III, 203.
Oel, mikrochemisch II, 201.
Oelkügelchen unterm Mikroskope II, 28.
Oelschicht schützt Linsen gegen Verwitterung I, 300.
Offenhalten beider Augen beim mikroskop. Beobachten II, 7.
Okeden beschreibt Brodie's Indicator III, 422.
Olland in Utrecht III, 243. 248. 319. 328. 356.
Ooglazen III, 29.
Optische Axe der Linsen I, 22.
Optischer Mittelpunkt der Linsen I, 22.
Optisches Institut in München, dessen Mikroskope III, 176.
Optisches Vermögen des Mikroskopes I, 274.
Optisches Vermögen des Mikroskopes liegt fast nur im Objectivsysteme I, 333.
Optisches Vermögen des Mikroskopes, Prüfung desselben I, 280. 347.
Optometer I, 49.
Opuntia microdasys II, 179.
Orthoskopische Mikroskope III, 190.
Oschatz, Anfertigen von Präparirtrögen II, 75.
Oschatz, Aufbewahren mikroskopischer Präparate III, 420.
Oschatz, Instrument zum Schneiden dünner Glasplättchen III, 402.
Oschatz's Mikrotom III, 408.
Osmiumsäure, als organisches Reagens II, 225.
Oudemans, Präparirtröge aus Papier II, 74.
Oxalsäure, morphologisches Reagens II, 222.
Oxalsaurer Harnstoff II, 183.
Oxalsaurer Kalk II, 178. 218.
Oxalsaures Ammoniak II, 173.
Oxalsaures Kali II, 174.

P.

Paauw (Johannes) in Leyden verfertigt Sonnenmikroskope III, 282.
Pacini's Compresorium III, 349.
Pacini's conservirende Flüssigkeiten II, 303.
Pacini's zusammengesetztes Mikroskop III, 175.
Pankratisches Mikroskop I, 2. 219. III, 232.
Panscopium III, 110.
Pantograph III, 8.
Papilio polycaon I, 315.
Papilio Ulysses I, 311. II, 48.
Pappenheim empfiehlt den Hobel zur mikroskopischen Präparation II, 91.
Pappenheim empfiehlt kohlensaures Kali und Holzessig als Erhärtungsmittel II, 87.
Pappenheim über Aufbewahrung mikroskopischer Präparate III, 420.
Parabolischer Reflector nach Wenham I, 242.
Paraboloid Wenham's zu excentrischer Beleuchtung III, 309.
Parallele Strahlen I, 4.
— — in Medien mit parallelen Flächen I, 18.
Parallele Strahlen, reflectirt von einem Convexspiegel I, 6.
Parallele Strahlen, reflectirt von einer ebenen Fläche I, 5.
Paulowicz's Pantograph III, 8.
Peel (Sir Robert) belohnt Goadby III, 418.
Peiresc, Briefe über das Mikroskop III, 21.
Penetrating power I, 275.
Penetrirende Kraft des Mikroskopes I, 275.
Percheron's Megagraph III, 288.
Periskopische Linsen I, 114. III, 57.
Perlmuttermikrometer III, 368.
Perty über Plössl'sche Linsen III, 184.
Peters' mechanischer Schreibapparat III, 9.
Petrie (William) in London verbessert das photoelektrische Mikroskop III, 301.
Petrobius maritimus I, 313.
Pettenkofer, Prüfung auf Galle II, 205.
Pettenkofer, Prüfung auf Zucker II, 199.
Pfaff über das Hydroxygenmikroskop III, 298.
Pflanzenpapier beim Zeichnen mit dem Sonnenmikroskope II, 281.
Phantasie des Mikroskopikers II, 16.
Phöbus empfiehlt Wasserglas für mikroskopische Präparate II, 302.
Phosphorsaure Ammoniakbittererde II, 181. 218.
Phosphorsaure Bittererde II, 180. 217.
Phosphorsaurer Kalk II, 177. 218.
Phosphorsaure Salze II, 211.
Phosphorsaures Ammoniak II, 172. 217.
Phosphorsaures Natronammoniak II, 173. 217.
Photoelektrisches Mikroskop I, 2, 123. 126. III, 300.

Photographie (mikroskopische) II, 276. 282.
Phytolacca decandra II, 179.
Pieris brassicae I, 312. 314. 316. 318. III, 136. 272.
Pillischer (M.) in London, Mikroskopverfertiger III, 221.
Pincetten II, 64. III, 405.
Pipetten II, 76.
Pisidas in Constantinopel erwähnt das *διόπτρον* III, 10.
Pistor in Berlin, Mikroskopverfertiger III, 185.
Plateau, Irradiation durch Vergrösserungsgläser I, 342.
Plateau, Dauer der Gesichtseindrücke I, 87.
Plateau, Farbenunterscheidung I, 83.
Platindraht zu Mikrometern III, 383.
Platine à tourbillon von Oberhäuser und Trécourt III, 362.
Pleurosigma I, 321. II, 47. III, 296.
Plinius über Brenngläser III, 8.
Plinius über Edelsteine III, 6.
Plinius über Schleifen von Gläsern III, 5. 7.
Plinius über Vergrösserung durch Hohlspiegel III, 11.
Plössl's bildumkehrendes Mikroskop III, 232.
Plössl's einfaches Mikroskop III, 84.
Plössl's Elektricitätsentlader III, 404.
Plössl, erster Verfertiger von Lupen mit achromatischen Linsen III, 75.
Plössl fertigte nach Radicke achromatische Doppellinsen aus Bergkrystall und Flintglas III, 184.
Plössl's pankratisches Dissectionsmikroskop III, 182.
Plössl's Polarisationsapparat III, 333.
Plössl's zusammengesetzte Mikroskope III, 181.
Plumer, Durchdringungsvermögen I, 275.
Podura plumbea I, 313. 314. 316. 318.
Pohl und Weselsky, mikroskop. Photographie II, 282.
Pohl über Plössl's Objective III, 184.
Polarisirendes Mikroskop I, 2. 258. III, 329.
Polarisirtes Licht bei mikroskopischen Untersuchungen I, 257. III, 329.
Politur der Linsen I, 296.
Polydynamisches Mikroskop I, 2. 136.
— — von B. Martin III, 116.
Pompeji, convexes Glas daselbst gefunden III, 5.
Porro's Mikrometer III, 390.
Porta angeblich Erfinder des Mikroskopes III, 20.
Porta, parabolische Linsenkrümmung III, 104.
Porta von Syrturus besucht III, 31.
Pott's katadioptrisches Mikroskop III, 272.
Pouchet beengt die Infusorien durch Nesseltuch II, 103.
Powell's einfache Mikroskope III, 91.
Powell's Thierbüchse III, 338.
Powell und Lealand, Lichtcondensation durchs Objectiv III, 326.
Powell und Lealand, zusammengesetzte Mikroskope III, 208.
Präcipitatarten II, 166.
Präparirtisch II, 57.
Präparirtröge aus Glas II, 70. 72.
— aus Guttapercha II, 71.
— aus Kautschuk II, 70.
— mit Wachs II, 74.
Prechtl, Prüfung der Centrirung optischer Apparate I, 305.
Priestley über Linsen der Alten III, 6.
Prisma statt des Beleuchtungsspiegels III, 306.
Prisma statt des Sömmerring'schen Spiegelchens I, 190.
Prisma zur Bildumkehrung I, 216.
Pritchard, Beleuchtung durch den elektrischen Funken II, 109.
Pritchard, Beleuchtung durch parallele Strahlen I, 229.
Pritchard's Doublets III, 65.
Pritchard's Doublets aus Edelsteinlinsen III, 73.
Pritchard's einfaches Mikroskop III, 86.
Pritchard fertigt 1824 die erste Diamantlinse III, 70.
Pritchard's katadioptrisches Mikroskop III, 271.
Pritchard nimmt Terpentinfirniss zu mikroskopischen Präparaten III, 418.
Pritchard's Restitution von Doublets I, 120.
Pritchard's Saphirlinsen III, 72.
Pritchard über das Hydroxygenmikroskop III, 298.
Pritchard's zusammengesetzte Mikroskope III, 198.
Probeobjecte I, 309.
Probeobjecte, Cautelen bei deren Anwendung I, 327.
Projiciren der Bilder I, 190.
Protagon II, 191.
Protectoren III, 402.
Proteinsubstanzen II, 192.
Pseudoskopie I, 197.
— durch Wenham verbessert I, 199.
Psychische Eigenschaften des Mikroskopikers II, 10.
Ptolemaeus kennt optische Verhältnisse III, 10.
Pulverisiren mineralischer Substanzen II, 101.
Purkinje, Bewahrung mikroskop. Präparate III, 421.
Purkinje's Compressorium III, 348.

Purkinje empfiehlt kohlensaures Kali und Holzessig als Erhärtungsmittel II, 87.
Purkinje will mechanisch bewegliche Messer und Scheeren am Objecttische II, 7.
Putois' achromatische Objective III, 140.
Pyanepsien auf Michel Angelo's Siegel III, 8.
Pyrophosphorsäure II, 211.

Q.

Quadrioculäres Mikroskop von Harting III, 248.
Quadruple nose-piece von Smith III, 223.
Quatrefages' Compressorium III, 351.
Quecksilberfaden zur Prüfung des Aberrationszustandes I, 281.
Quecksilberjodid zu Injectionen I, 127.
Quecksilbersäule als Injectionsdruck II, 115.
Quekett, Befestigung von Fröschen II, 107.
Quekett's Dissectionsmikroskop III, 93.
Quekett's Indicator III, 383.
Quekett's Mikrotom II, 407.
Quekett's Schieberpincette III, 405.
Querdurchschnitte II, 18.
Querschnitter von Hensen III, 412.

R.

Ralph (T. S.), Bohren in Glasplatten II, 73.
Ralph (T. S.) löst Canadabalsam in Chloroform II, 299.
Ramsden's Ocular I, 162.
Ramsden's Ocular am Sonnenmikroskope III, 286.
Ramsden's Ocular-Schraubenmikrometer III, 379.
Raphiden II, 179.
Rasirmesser II, 59.
Raspail, Temperaturerhöhung II, 147.
Raspail empfiehlt Schwefelsäure für Zucker und Protein II, 194. 200.
Raspail, Schutz der Objective III, 403.
Raspail's Winkelmessung III, 397.
Reade, Beleuchtung durch schief einfallendes Licht I, 245.
Reckitt, Bewahren von Pflanzenpräparaten III, 419.
von Recklinghausen's feuchte Kammer II, 99.
von Recklinghausen, salpeters. Silber zu Tinctionen II, 141
Record über Roger Baco III, 13.
Redi über Brillenerfindung III, 16.
Reduction der mikrometrischen Maasse II, 250.
van Rees, Brechungsvermögen mikroskopischer Objecte II, 150. 153.
van Rees, complementäres Blau I, 254.
van Rees, Theorie der Linsen I, 96.
Reflectirende Glasplatten I, 188.
Reflectirende Glasprismen I, 185.
Reflectirender Glasring von Riddell I, 241.
Reflectirendes Engyskop III, 270.
Reflexion der Lichtstrahlen den Alten bekannt III, 11.
Reflexion (totale) I, 20.
— — zur Beleuchtung nach Wenham I, 241.
Reflexionswinkel I, 5.
Regeln für die mikroskop. Beobachtung II, 17.
Reich, Rohr- und Traubenzucker II, 200.
Reinicke über Polarisationseinrichtung III, 334.
Reinigen der mikroskop. Gläser I, 298. II, 22.
Reinthaler in Leipzig verfertigt Cuff'sche Mikroskope III, 120.
Reita (Anton Maria da) beschreibt einen Binoculus III, 101.
Reita sucht parabolisch und hyperbolisch gekrümmte Linsen zu schleifen III, 104.
Remak, Erhärtung der Froscheier II, 89.
Rensing, photographische Darstellungen II, 282.
Resolvirung des Mikroskopes I, 275.
Revolver-porte-Objectif von Nachet III, 164.
Rezzi über Erfindung des Mikroskopes III, 21.
Richardson's Diaphragma III, 319.
Riddell, Beleuchtung durch totale Reflexion I, 241.
Riddell's binoculäres Mikroskop III, 241.
Riddell über multoculäre Mikroskope II, 194. III, 239.
Riddell über Spaltung der Strahlenbündel I, 194. 200.
Riddell will das Mikroskop durch ein Pumpwerk einstellen III, 226.
van Riemsdyk, Pulverisiren mineralischer Körper II, 101.
Rienks (S. J.) in Friesland fertigt katadioptrische Mikroskope III, 267.
Ring im Gesichtsfelde, dessen mögliche Deutung II, 16.
Ring und Vennebruch in Berlin verfertigen Cuff'sche Mikroskope III, 120.
Ringförmiges Prisma von Riddell I, 241.
Roberts empfiehlt salpetersaures Rosanilin für Blutkörperchen II, 140.
Robin et Verdeil, mikroskopische Krystalle II, 168.

Robinson, Bestimmung des Oeffnungswinkels eines Mikroskopes I, 288.
Robinson, nutzbarer Theil des Oeffnungswinkels I, 295.
Robison verbessert das Sonnenmikroskop III, 286.
Rochon (Alexis) über Linsen III, 130. 140.
Roelofs in Friesland arbeitet mit Rienks III, 268.
Rohr des zusammengesetzten Mikroskopes I, 170.
Röhrchen in Wasser betrachtet I, 345.
Rollett, Blutkörperchen III, 404.
Rollett, Kochen der Muskeln II, 89.
— Sehnen und Haut II, 225.
Rollmann, Ausschneiden von Deckplättchen II, 68.
Rood in Troy, mikroskop. Photographie II, 283. III, 295.
Ross' (Andrew) Beleuchtungsapparat III, 315.
Ross' Beleuchtungslinse bei auffallendem Lichte III, 323.
Ross' Compressorium III, 352.
Ross' einfaches Mikroskop III, 89.
Ross' Froschplatte III, 345.
Ross' Lupenträger III, 79.
Ross' Metallspiegelchen zur seitlichen Beleuchtung III, 325.
Ross' zusammengesetzte Mikroskope III, 202.
Ross (Thomas) III, 206.
Rotatory micrometer with points III, 385.
Roudanovsky, Erhärtung der Nerven durch Kälte II, 88.
Rubinlinse III, 70.
Rückengefäss der Insecten III, 35.
Rudneff, Osmiumsäure II, 225.
Rue (Warren de la) über Nobert's Probetäfelchen III, 371.
Runge's Zuckerprobe II, 199.
Rusconi benutzt Salpetersäure zur Erhärtung von Embryonen II, 86.
Rusconi nimmt Wachs zur Befestigung von Embryonen II, 76.
Rusconi über Injection II, 114.
Rylands über Diatomeen I, 320.

S.

Sacklupen III, 76.
Saftwege der Pflanzen II, 136.
Säge aus einer Uhrfeder II, 63.
Saigey empfiehlt Trécourt's Mikroskope III, 148.
Salmon in London, Mikroskopverfertiger III, 221.
Salpetersäure als Erhärtungsmittel II, 86.
Salpetersäure als Reagens auf Proteinsubstanzen II, 192.
Salpetersäure, morphologisches Reagens II, 220.
Salpetersäure zur Isolirung verholzter Gewebe II, 96.
Salpetersaurer Harnstoff II, 183.
Salpetersaures Natron II, 169.
Salpetersaures Quecksilber, Reagens für Protein II, 193.
Salpetersaures Rosanilin für Blutkörperchen II, 140.
Salpetersaures Silber zu Tinctionen II, 141.
Salvetti verfertigt zusammengesetzte Mikroskope III, 100.
Salzsäure, morphologisches Reagens II, 221.
Salzsäure, Reagens für Protein II, 193.
Sammelglas s. Collectivglas.
Sammellinsen I, 21. 22.
Saphir, Brechungsexponent I, 17.
Saphir, Dispersionsvermögen I, 38.
Saphirlinse von Harting geprüft III, 73.
Saugpinsel II, 76.
Savery und Bouguer erfinden das Doppelbildmikrometer III, 388.
Savi's Compressorium III, 348.
Scalpelle II, 59.
Scarlet's Fischpfanne III, 345.
Scarlet's katadioptrisches Mikroskop für Barker III, 266.
Schacht über die Mikroskope von Bénèche und Wasserlein III, 192.
Schärfen der Messer II, 63.
Schatten mikroskop. Objecte II, 44.
Sheeren II, 61.
Scheinbarer Brennpunkt des Hohlspiegels I, 7.
Scheiner stirbt in Tyrol III, 35.
Scheiner's Versuch I, 49.
Schiebercirkel von Harting II, 243.
Schieberpincette III, 406.
Schief auffallendes Licht zur Beleuchtung I, 245.
Schief auffallendes Licht, Wirkung auf die Vertheilung von Hell und Dunkel II, 33.
Schiek's beweglicher Objecttisch III, 359.
— Compressorium III, 350.
— Mikroskope III, 185.
Schilling's (in Breslau) Bildmikroskop zum Zeichnen III, 288.
Schirm beim Bildmikroskope I, 129.
Schleiden, Beleuchtung durch parallele Strahlen I, 229.
Schleiden über die einfachen Mikroskope von Körner und von C. Zeiss III, 85.
Schleiden über Schiek und Plössl III, 185.
Schleifen der Steine III, 4.
Schleim, mikrochemisch II, 203.

Schlierenapparat III, 318.
Schliffpräparate II, 92.
Schmidt's (C.) Goniometer III, 398.
Schmidt (C.) über Krystalle II, 164.
Schmidt's (H. D.) Objecttisch III, 412.
Scholten (Daniel) in Holland verfertigt mikroskop. Präparate III, 417.
Schrader, Anfertigung von Glaskügelchen III, 44.
Schraubenmikrometer II, 235.
Schraubenmikrometer zuerst von Gascoigne angewendet III, 365.
Schraubstock (mikroskopischer) III, 406.
Schreibapparat (mechanischer) III, 9.
Schroeder (Hugo) in Hamburg, Mikroskopverfertiger III, 195.
Schroeder van der Kolk, blaue Injectionsmasse II, 125.
— — — — Chlorcalcium bei Rückenmarkspräparaten II, 86.
— — — — Fasern in der Glashaut I, 90.
— — — — verbessert den Injectionsapparat II, 113.
Schultz, Jodtinctur bei Blutkörperchen II, 138.
— Prüfung auf Cellulose II, 197.
— Salpetersäure bei verholzten Bildungen II, 96.
Schultze, Reagens auf Protein II, 194.
Schultze (Max) benutzt Oxalsäure als morphologisches Reagens II, 222.
— empfiehlt Campher auf mikroskopisch zu beobachtende Flüssigkeiten II, 19.
— empfiehlt die feuchte Kammer II, 99.
— empfiehlt Jodzusatz zu eiweissartigen Befeuchtungsflüssigkeiten II, 98.
— empfiehlt Osmiumsäure als morphologisches Reagens II, 225.
Schultze's heizbarer Objecttisch II, 147.
Schultze über Diatomeen I, 320.
Schwarmsporidien, deren Bewegung II, 50.
Schwarzer Feuerlack zum Verkitten II, 304.
Schwefelsäure beschränkt das Verwittern der Linsenoberflächen I, 300.
Schwefelsäure, Reagens auf Zucker II, 199.
Schwefelsäure zur Erhärtung II, 87.
Schwefelsaurer Baryt II, 210.
— — zur weissen Injectionsmasse II, 130.
Schwefelsaurer Kalk II, 176.
Schwefelsaure Salze II, 210.
Schwefelsaures Ammoniak II, 172.
Schwefelsaures Kupferoxydammoniak bei Beleuchtung mit künstlichem Lichte I, 255.
Schweizer, Kupferoxydammoniak für Cellulose II, 197.
Secchi über Porro's Mikrometer III, 390.
Secundäres Farbenbild achromatischer Doppellinsen I, 44.
Seeleim, dessen Zusammensetzung III, 342.
Sehvermögen, dessen Grenzen I, 77.
Sehweite I, 49. 263. 265. 266.
Sehweite, deren Verhältniss zur mikroskop. Vergrösserung I, 268.
Sehwinkel I, 53.
Selligue's achromatisches Mikroskop III, 139.
Selva's einfaches katoptrisches Mikroskop III, 264.
Seneca über Hohlspiegel III, 11.
Seneca über Vergrösserung durch Kugeln III, 7.
Shadbolt, mikroskop. Photographie II, 282.
— Präparirtröge II, 75.
Shadbolt's Sphero-annular-condensor III, 310.
Shadbolt über Powell's Linsensysteme III, 208.
Sichtbarkeit kleinster Objecte I, 56. 64. 84. 85.
Sichtbarmachungsvermögen des Mikroskopes I, 275.
Siegel des Michel Angelo III, 8.
Simms in London fertigt ein Doppelbildmikrometer III, 390.
Sivright, Anfertiger von Glaskügelchen III, 46.
Slack's Dissectionsmikroskop III, 91.
Slack, mikroskop. Spectralanalyse II, 156.
Smaragd bei Plinius III, 6.
Smith in Cambridge erfindet ein katadioptrisches Mikroskop III, 267.
Smith's Prisma zum umgekehrten Mikroskope III, 236.
Smith's (H. J.) Lichtcondensation durchs Objectiv III, 326.
Smith's (H. L.) feuchte Kammer III, 342.
Smith's (H. L.) mechanischer Finger III, 340.
Smith's (James) Dissectionsmikroskop III, 92.
Smith's (James) Mikrotom III, 410.
Smith's (James) zusammengesetzte Mikroskope III, 198.
Smith und Beck in London, einfaches Mikroskop III, 90.
Smith und Beck, zusammengesetzte Mikroskope III, 212.
Solide Körper mikroskopisch zu erkennen II, 38.
Sollitt und Harrison, über Diatomeen I, 319.
Sonnenlicht zur mikroskop. Beleuchtung I, 248.
Sonnenmikroskop I, 2. 123. 126. II, 279. III, 281.
Von Aepinus 284, Brander in Augsburg 283, Brewster 285, Burucker in Nürnberg 283, Chevalier 286, Codding-

ton 286, Cuff 282, Dollond 286, Euler 284, Fahrenheit 282, von Gleichen 283, Harting 289, Hendrik Hen 285, der Jetztzeit 286, Lieberkühn 282, Benj. Martin 283, Joh. Paauw in London 282, Pritchard 285, Robison 286, Wiedenburg 282, Zeiher 284.
Sonnenspectrum I, 37.
Sorby, über Spectralanalyse II, 155.
Spallanzani empfiehlt ein dunkles Zimmer zur Mikroskopie II, 6.
Spanner (mikroskopischer) III, 353.
Specifisches Gewicht mikroskop. Körperchen II, 143.
Spectralanalyse bei mikroskop. Objecten II, 155.
Spencer ändert den magnetischen Objecttisch III, 355.
Spencer (Charles A.) in Nordamerika, Mikroskopverfertiger III, 225.
Spermatozoiden, deren Bewegung II, 50.
Sphärische Aberration bei Hohlspiegeln I, 11.
Sphärische Aberration bei Linsen I, 32.
Sphärische Aberration, Verbesserung derselben I, 34. 113. III, 105.
Sphero-annular-condensor von Shadbolt III, 310.
Sphinx elpenor I, 316. 317.
Spiegel zur Beleuchtung I, 231. III, 305.
Spiegel zur Beleuchtung, zuerst bei Hertel III, 112.
Spiegel und Sammellinse zur Beleuchtung I, 232.
Spiegelmikroskop III, 113.
Spiegelteleskop von Rienks und Roelofs III, 268.
Spiegelteleskop, zuerst von Zucchius verfertigt III, 265.
Spina (Alexander), gestorben 1313, macht Brillen III, 16.
Spinnewebfäden zu Mikrometern III, 382.
Spritzflasche II, 77.
Staite (Edward) in London verbessert das photoelektrische Mikroskop III, 301.
Stanhope's Linse III, 59.
Stanhope's Lupen I, 113. III, 59.
Stearin II, 188.
Stearinsäure II, 189.
Stein, Beleuchtung für mikroskop. Photographie II, 285.
Steiner ändert Wilson's einfaches Mikroskop III, 51.
Steiner's Universalmikroskop III, 115.
Steinschleifen III, 4.
Stelluti (Francisco) giebt zuerst mikroskopische Untersuchungen III, 32.
Stereoskopische Anschauung durchs binoculäre Mikroskop I, 213.
Stereoskopisches Mikroskop I, 203.
Sterrop (George), angeblicher Erfinder des Stativs zu Cuff's zusammengesetztem Mikroskope III, 114.
Stevens in London, für Diatomeen I, 319.
Stiefel (gerader und diagonaler) III, 402.
Stilling's Anwendung des Alkohol zum Erhärten II, 85.
Stilling benutzt Glaspapier zum Zeichnen II, 295.
Stoddard, durch scharfes Gesicht ausgezeichnet I, 68.
Stodder über Diatomeen I, 320.
Straatemeyer in Utrecht III, 319.
Strabo schreibt die Ilias auf Ein Blatt III, 9.
Strahlenbündelspaltung I, 195. 198.
— auf katoptrischem Wege I, 200.
— im Oculare I, 210.
Strauss-Durckheim's Injectionsapparat II, 114.
— — Lupenträger III, 80.
— — *Microphore à bascule* III, 340
— — Mikrotom II, 61.
Streifen im Gesichtsfelde, deren mögliche Deutung II, 16.
Streifen in Linsen I, 296.
Struve, Unterscheidungsvermögen des Teleskopes I, 343.
Stuart (Alexander) in London benutzt einen Rahmen zur Beobachtung der Froschschwimmhaut III, 345.
Sturm's zusammengesetztes Mikroskop III, 102.
Sublimat als Erhärtungsmittel II, 86.
Sublimatsolution für mikroskop. Präparate II, 300.
Sullivant und Wormley, über Nobert's Probetäfelchen III, 372.
Sulphur auratum antimonii zu Injectionen II, 127.
Surirella gemma I, 323.
Swammerdam's feine Instrumente III, 405.
Swammerdam hat ein Mikroskop von S. Musschenbroek III, 40.
Swaving's Beleuchtungsapparat III, 322.
van Swinden über Galilei als Erfinder des Teleskopes III, 24.
van Swinden über Lippershey III, 70. 101.
Syrturus III, 31.

T.

Täfelchen in Wasser betrachtet I, 345.
Talbot (Henry Fox) benutzt polarisirtes, Licht beim zusammengesetzten Mikroskope III, 329.

Tangentialdurchschnitte II, 18.
Taschenlupe III, 76.
Taschenmikroskop I, 2. III, 50.
Von Carry 91, Dollond 91, Benj. Martin 116, Nachet 163, Pritchard 86, Soleil 167, Wilson 50.
Taurin II, 188.
Teichmann benutzt Chlorsilber zu weissen Injectionen II, 130.
Teleskop-Mikroskop III, 24.
Tennant in London, für Diatomeen I, 319.
Terpentinfirniss für mikroskopische Präparate III, 418.
Terpentinfirniss wenig passend zu Injectionsmassen II, 120.
Terpentinöl beim Glasbohren II, 73.
— bei Rückenmarkspräparaten II, 86.
Teuber's einfaches Mikroskop III, 43.
Thierbüchsen III, 337.
Thiersch benutzt Indigokarmin II, 141.
Thiersch, gelbe Injectionsmasse II, 123.
— Tinction durch Karmin II, 140.
Thury, Brennpunkt von Objectivsystemen I, 105.
Thwaites, Aufbewahrung von Algen III, 419.
Tiedemann's (Joh. Heinr.) Mikroskope III, 126. 358.
Tiefe des Gesichtsfeldes I, 214.
Tinea vestianella I, 314. 316. 318.
Tinctionsmethoden II, 139.
Tolles (Robert B.) in Canastota, Mikroskopverfertiger III, 226.
Tolles über multoculäre Mikroskope I, 194. 210.
Tombeau des petits animaux III, 36.
Tomkins (Newton) vereinfacht den magnetischen Objecttisch III, 355.
Topas, Brechungsexponent I, 17.
— Dispersionsvermögen I, 38.
Töpler's Schlierenapparat III, 318.
Topping, Aufbewahrung mikroskopischer Präparate III, 421.
Topping's Mikrotom III, 408.
Torre (Giovanni Maria della) in Neapel durch Verfertigung von Glaskügelchen ausgezeichnet III, 45.
Tortona's zusammengesetztes Mikroskop III, 107.
Traber (P.) verfertigt einfache katoptrische Mikroskope III, 263.
Tradescantia ciliata II, 179.
Tradescantia virginica II, 104.
Tragbares Sonnenmikroskop III, 289.
Trécourt, Mikroskopverfertiger III, 148.
Trembley empfiehlt den Lupenträger III, 52.
Treviranus über kleinsten Gesichtswinkel I, 57.
Trichinenmikroskop III, 86.
Trieb am Mikroskoprohre I, 173.
Trioculäres Mikroskop von Nachet III, 247.
Tripelpulver II, 63.
Triplet I, 115. 118.
Triplets für das einfache Mikroskop III, 66.
Trocknen thierischer Gewebe II, 82.
Tröge oder Zellen für mikroskopische Objecte II, 69. III, 341.
Trommer's Zuckerprobe II, 198.
Tropffläschchen II, 78.
Troughton (Edward) über Mikrometer III, 378. 382.
Tulk (Alfred), Injection II, 114.
Tulley's achromatische Linsen III, 137. III, 198.
Tulley's katadioptrische Mikroskope III, 273.
Tulley, Prüfung der Lichtstärke von Teleskopen I, 303.
Tulley's Thierbüchse III, 337.
Tulley über katoptrische und dioptrische Instrumente I, 182.
Tyrrell's beweglicher Objecttisch III, 359.
Tyrrell's Indicator III, 422.

Ueberverbesserung des Mikroskopes zu entdecken I, 282.
Umgekehrtes Mikroskop III, 234. 403.
Umkehrendes Glas III, 227.
Unger, über Nobert's Probetäfelchen III, 371.
Universalindicator III, 423.
Universalmikroskop I, 2.
Von von Gleichen III, 116, Benj. Martin III, 117, Smith, Beck and Beck III, 217, Steiner III, 115.
Unterscheidungsvermögen des Auges I, 71.
Unterscheidungsvermögen des Mikroskopes I, 150. 275.
Unterscheidungsvermögen Amici'scher Objective III, 173.
Unterscheidungsvermögen Plössl'scher Objective III, 184.
Unterverbesserte Doppellinsen I, 45.
Unterverbesserung des Mikroskopes zu entdecken I, 282.
Uranglas auf den Objecttisch I, 250.
Urtica II, 104.
Utriculus primordialis, dessen Reagentien II, 219.

V.

Valentin's Doppelmesser II, 59.
Valentin, kleinster Gesichtswinkel I, 57.
Valentin, kleinstes Netzhautbild I, 69.
Varley (S.) benutzt den Hebel am Objecttische III, 360.

Varley's *dark chamber* III, 316.
Varley's Flaschenhalter III, 346.
Varley's Pincette III, 405.
Varley's senkrechter Trog III, 346.
Varley's Thierbüchse III, 338.
Varley über Beleuchtungsspiegel I, 250. III, 306.
Varley's zusammengesetztes Mikroskop III, 219.
Veitch verfertigt Edelsteinlinsen III, 70.
Veränderliches Mikroskoprohr III, 256.
Verdeil über mikroskopische Krystalle II, 168.
Verdunkelung des Zimmers für mikroskopische Untersuchungen I, 251.
Vergrösserung durch eine Linse I, 101. 106.
Vergrösserung des zusammengesetzten Mikroskopes zu berechnen I, 136.
Vergrösserung des zusammengesetzten Mikroskopes zu messen I, 269.
Vergrösserung differirt in der Mitte und an den Rändern des Gesichtsfeldes I, 271.
Vergrösserungsmittel bei den Alten III, 4.
Verkitten mikroskop. Präparate II, 304.
Verloren (C.) über Säfteumlauf bei Insecten II, 109.
Vertiefungen an mikroskopischen Objecten II, 44. 46.
Vertrocknen mikroskop. Präparate II, 306.
Verwitterung der Linsenoberflächen I, 298.
Vitello über optische Verhältnisse III, 10. 12.
Vitrum muscarium s. *pulicarium* III, 34.
Vodderbornius (Johannes) über ein optisches Instrument Galilei's III, 25.
Vogelaugenlinsen I, 113. III, 58.
Vogel (J.) über Ramsden's Ocular I, 162.
Volkmann über kleinste Netzhautbildchen I, 69.
van Vollenhoven, convexes Glas in Pompeji III, 5.
Vossius (Isaac) construirt ein einfaches Mikroskop III, 39.

W.

Wachs, mikrochemisch II, 203.
Wagener verfertigt zusammengesetzte Mikroskope III, 126.
Wagner's (R.) Froschhalter III, 345.
Wagner (R.) über Schiek und Plössl III, 185.
Wahrheitsliebe des Mikroskopikers II, 11.
Waideler, Schutz von Glasflächen gegen Anlaufen I, 300.
Wales (W.) in New-Jersey, Mikroskopverfertiger III, 226.
Wales, Objective für Photographie II, 288.
Walgenstein (Thomas), nicht Erfinder der Laterna magica III, 280.
Wallach's Compressorium III, 351.
Waller, Befestigung von Fröschen II, 107.
Waller über optische Gläser bei den Alten III, 7.
Wallich über Diatomeen I, 320.
Warrington empfiehlt Glycerin für mikroskop. Präparate II, 301. III, 420.
Warwich zeigt das Hydroxygengasmikroskop in Frankreich III, 298.
Wasser zum Benetzen mikroskop. Objecte II, 97.
Wasserglas für mikroskop. Präparate II, 302. III, 421.
Wasserinsectenbüchse III, 337.
Wasserlein in Berlin, Mikroskopverfertiger III, 191.
Wassermikroskop I, 2.
Wassermikroskop von Ellis III, 55.
— von Stephen Gray III, 68.
Wasserpflanzen zu beobachten III, 346.
Weber (E. H.), Bewegungen in Wasser und Alkohol II, 51.
Weickert benutzt die Camera lucida beim zusammengesetzten Mikroskope III, 292.
Weinsteinsäure, morphologisches Reagens II, 221.
Weinsteinsaures Kali II, 174.
Welcker benutzt Wachs zu kleinen Präparirtrögen II, 74.
Welcker's Dickenmessung II, 271.
Welcker empfiehlt Wasserglas für mikroskop. Präparate II, 302.
Welcker's Glasmikrometer zu numerischer Abzählung III, 376.
Welcker's Mikrometer III, 386.
Welcker's Objectdrehscheibe III, 362.
Welcker über Hell und Dunkel bei verschiedener Beleuchtung II, 44.
Welcker vereinfacht das Mikrotom von Oschatz III, 409.
Wenham, Beleuchtung durch totale Reflexion I, 241. III, 326.
Wenham's Bemühungen um das multoculäre Mikroskop I, 194. III, 240.
Wenham's binoculäres Mikroskop III, 246.
Wenham's Correctionseinrichtung I, 158.
Wenham, Ermässigung des Sonnenlichts durch gefärbte Gläser I, 248.
Wenham, Messung des Oeffnungswinkels von Linsensystemen I, 290.
Wenham, mikroskop. Galvanotypie II, 47.
Wenham, mikroskop. Photographie II, 282. 284. 288. 291.
Wenham's Paraboloid III, 309.

Wenham, schief einfallendes Licht I, 246.
Wenham's Schraubenbewegung III, 224.
Wenham, Spaltung der Strahlenbündel I, 198.
Wenham, Streifen der Diatomeen I, 320, II, 141.
Wenham's stereoskopisches binoculäres Mikroskop I, 204.
Wenham's verschiebbare Linsen III, 222.
Wertheim, Dickenmessung III, 401.
Weselsky, mikroskop. Photographie II, 282.
Wetli's Planimeter II, 267.
White's (Alfred) beweglicher Objecttisch III, 360.
Wiedenburg verfertigt Sonnenmikroskope III, 282.
Wilson's einfaches Mikroskop III, 49.
Wilson's federndes Züngelchen III, 339.
Wölbung des Gesichtsfeldes I, 143.
Wollaston, Beleuchtung mikroskop. Objecte I, 229.
Wollaston's *Camera lucida* I, 190. III, 293.
— Doublet III, 63.
— einfaches Mikroskop III, 64.
— Mikrometer III, 384.
— periskopische Linsen I, 114. III, 57.
— verbessert die sphärische Aberration der Linsen I, 113.
Woods (Thomas), photographisches Mikrometer III, 377.
Woodward benutzt das Hydroxygengas zu phantasmagorischen Experimenten III, 297.
Woodward (J. J.) über *Pleurosigma angulatum* III, 296.
Wormley und Sullivant über Nobert's Probetäfelchen III, 372.
Wren sucht parabolische und hyperbolische Linsen zu schleifen III, 105.
Wright's Indicator III, 422.
Würfelsalpeter II, 169.

Y.

Yeates' Compressorium III, 351.
Young, Dauer der Gesichtseindrücke I, 87.
Ypelaar (Abraham) fertigt mikroskop. Präparate III, 417.
— rühmt Hen's Mikroskope III, 128.
Yucca aloëifolia II, 179.

Z.

Zaalberg van Zelst in Amsterdam, Mikroskopverfertiger III, 197.
Zahn's zusammengesetztes Mikroskop III, 103.
Zahnemail bei durchfallendem Lichte bräunlich II, 48.
Zängelchen (federnde) III, 339.
Zeichnen mikroskop. Gegenstände II, 275.
Zeichnungsapparat III, 292.
Zeiher's Verbesserungen des Sonnenmikroskopes III, 284.
Zeiss' in Jena einfache Mikroskope III, 85.
— zusammengesetzte Mikroskope III, 194.
Zellen oder Tröge anzufertigen II, 69. III, 341.
Zenger's Winkelmessung III, 400.
Zerstreuungslinse I, 22. 30.
Zerstreuungslinsen zwischen Objectiv und Ocular I, 194.
Zerstreuungspunkt paralleler Strahlen I, 31.
Zimmer zur mikroskop. Beobachtung II, 56.
Zinkoxyd zu weisser Injectionsmasse II, 130.
Zinnober zu Injectionen II, 127.
Zubereitung mikroskop. Objecte II, 55.
Zucchius (Nicolaus) liefert das erste Spiegelteleskop III, 265.
Zucker, mikrochemisch II, 198. 217.
Zuckersolution und Schwefelsäure, Reagens für Protein II, 194.
Zusammengesetztes dioptrisches Mikroskop I, 134. 166. III, 20.
Zusammengesetztes dioptrisches Mikroskop, dessen Entwickelung III, 248.

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Harting, Pieter,

Das Mikroskop Theorie, Gebrauch, Geschichte und gegenwärtiger Zustand desselben

Bd.: 3

Braunschweig 1866

Math.a. 324 c-3
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10081320-9